

空间环境地基综合监测网（子午工程二期）
明安图观测基地

水土保持方案报告书

建设单位：中国科学院国家天文台

编制单位：内蒙古利源水利科技有限公司

2022年6月

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况	1
1.2 编制依据	8
1.3 设计水平年	10
1.4 水土流失防治责任范围	10
1.5 水土流失防治目标	11
1.6 项目水土保持评价结论	12
1.7 水土流失预测结果	14
1.8 水土保持措施布设成果	14
1.9 水土保持监测方案	15
1.10 水土保持投资及效益分析成果	16
1.11 结论	16
2 项目概况	18
2.1 项目组成及工程布置	18
2.2 施工组织	26
2.3 工程占地	28
2.4 土石方平衡	28
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	31
2.6 施工进度	31
2.7 自然概况	31

3 项目水土保持评价	37
3.1 主体工程选址水土保持评价	37
3.2 建设方案与布局水土保持评价	38
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	43
4 水土流失分析与预测	45
4.1 水土流失现状	45
4.2 水土流失影响因素分析	46
4.3 土壤流失量预测	47
4.4 水土流失危害分析	61
4.5 指导性意见	62
5 水土保持措施	63
5.1 防治区划分	63
5.2 措施总体布局	63
5.3 分区措施布设	65
5.4 施工要求	74
6 水土保持监测	77
6.1 范围和时段	77
6.2 内容和方法	77
6.3 点位布设	83
6.4 实施条件和成果	83

7 水土保持投资估算及效益分析	87
7.1 投资估算	87
7.2 效益分析	97
8 水土保持管理	100
8.1 组织管理	100
8.2 后续设计	101
8.3 水土保持监测	101
8.4 水土保持监理	102
8.5 水土保持施工	102
8.6 水土保持设施验收	103

附表：单价分析表

附件：项目立项的有关文件和其他有关文件

附图：

- 1、项目地理位置图
- 2、项目区水系图
- 3、项目区土壤侵蚀强度分布图
- 4、项目总体布局图
- 5、水土保持防治措施及监测点位布局图
- 6、水土保持典型措施布设图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

(1) 项目建设必要性及背景

空间环境地基综合监测网国家重大科技基础设施项目是开展空间天气研究、保障国家空间活动和空间安全的重要设施，已列入《国家重大科技基础设施建设“十三五”规划》。“空间环境地基综合监测网”项目建设意义包括科学目标和工程目标。其科学目标是：①通过从太阳大气到近地空间全链条、全国覆盖、高时空分辨的监测，描绘空间天气事件的传播、演化和影响我国空间环境的路径；②揭示我国不同区域上空的空间环境的变化特征和差异，以及青藏高原和海南（南方）等特殊区域空间环境变化的精细过程；③探索在我国特殊地质和地理条件下，固体地球、低层大气和近地空间环境的耦合过程。其工程目标是：建成覆盖全国“两纵两横”和4个重点区域的国际先进、覆盖区域最广的综合性空间环境地基监测网，构建高效的运行与应用支撑体系和开放的数据信息平台，提供完整、连续、可靠的多学科、多空间层次的空间环境地基综合监测数据，具备实时获取30余种日地空间天气全过程的空间环境要素探测和应用服务能力。“空间环境地基综合监测网”项目的建设，是为了满足空间科学前沿探索、保障经济社会可持续发展和国家空间安全等方面的迫切需求，并提升解决重大空间科学问题和自主空间天气预报保障能力。项目建设符合国家产业政策和土地供应政策。因此，本项目建设是非常必要和可行的。

1) 项目背景

“空间环境地基综合监测网”建设内容包括：空间环境监测系统——四川、内蒙古、山东、云南、新疆、西藏等31个站点；数据通信系统——北京市怀柔区；科学应用系统——北京市怀柔区；以及配套土建工程——北京市怀柔区。项目法人单位是中国科学院国家空间科学中心，共建单位为包括中国科学院国家天文台在内的16家单位。项目建成后，按照“开放合作、资源共享”的原则，面向多用户、多领域开放，开展科学研究和国内外交流。

各个省区的站点分别办理征地、水土保持等相关手续。本项目为空间环境地基综合监测网（子午工程二期）明安图观测基地，建设单位为中国科学院国家天文台。

2) 与本工程相关项目的概况及依托情况

①子午工程一期工程概况

子午工程是利用东经 120°子午线附近，北起漠河，经北京、武汉，南至海南并延伸到南极中山站，以及东起上海，经武汉、成都，西至拉萨的沿北纬 30°纬度线附近现有的 15 个监测台站，建成一个以链为主、链网结合的，运用地磁（电）、无线电、光学和探空火箭等多种手段的监测网络。2012 年 10 月 23 日，子午工程一期工程已通过国家验收。

子午工程一期工程不涉及内蒙古，本项目与子午工程一期工程没有关系。

②中国科学院“十二五”科教基础设施建设项目----内蒙古明安图观测站

内蒙古明安图观测站是中科院国家天文台的一个野外台站，以太阳射电观测为主。国家发展改革委于 2013 年 11 月 22 日以《关于中国科学院“十二五”科教基础设施空间目标监测及天文光学技术综合试验研究保障条件建设项目可行性研究报告的批复》（发改高技〔2013〕2345 号）批复项目可行性研究报告，其中一个子项工程为内蒙古明安图观测站，主要建设对日实时跟踪观测、太阳射电天文综合研究等试验和研究平台及相关辅助设施。**该项目位于锡林郭勒盟正镶白旗宝拉根陶海苏木陶林宝拉格嘎查**，于 2015 年开工，2019 年建成，已建成的设施占地面积 82425m²，建筑面积 3999m²，5 个单体建筑：观测楼、综合楼、科研楼、附属用房和车库，地上 2 层，部分地下 1 层，其中，科研楼和综合楼及附属用房通过连廊连接。配套建设有进站道路、供水、供电、通讯等设施。其中观测楼位于本项目用地界东南侧，综合楼、科研办公楼、附属用房和车库等设施位于本项目西侧。修建进站道路 1 条，从 C 0 2 2 线引接，引接长度 4008.75m，道路已于 2013 年建成。观测站内现有自建水源井 1 眼，电力设施已由内蒙古电力（集团）有限责任公司锡林郭勒盟电业局负责从 955 天文台架空线路 T 接至观测站内，通讯线路已由中国移动通信集团内蒙古有限公司正镶白旗分公司负责配套建设到观测站。明安图观测站建站时未编报水土保持方案。

项目依托：本项目室内接收机、数据存储和处理、观测室均依托明安图观测

站已建成的观测楼、综合楼和科研楼设施。进基地道路可直接利用进站道路进入基地内。项目供水、供电、通讯等设施均依托内蒙古明安图观测站已建设施。

③ “新一代厘米-分米波射电日像仪”项目

“新一代厘米-分米波射电日像仪”项目于2009年12月7日取得《中国科学院关于批准国家重大科研装备研制项目“新一代厘米-分米波射电日像仪”立项的通知（计字〔2009〕188号）》，财政部于2009年12月正式立项这一重大科研装备研制项目。所研制的新一代太阳专用射电望远镜，由分布在方圆十平方公里的三条旋臂上的100面天线组成高、低频两个综合孔径阵列，具有前所未有的在超宽频带上同时以高时间、空间和频率分辨率进行太阳成像观测的能力。项目于2016年建成，共建设3条螺旋臂，每条螺旋臂宽4m，长3.3km。项目建设时未编报水土保持方案。

项目依托：本工程建设的米波-十米波射电日像仪的224面振子天线，其中有69面穿插安装在现有厘米-分米波射电日像仪的三条螺旋臂上，本项目基地外配套建设的光缆和电缆沟与已建三条螺旋臂并行铺设。基地内的配电室为该项目已建成设施。

表 1-1

项目依托情况

序号	项目名称	批复文件	简介	水土保持工作开展情况	本项目依托
1	子午工程一期	2005-2007 年, 国家发展和改革委员会先后批复子午工程项目建议书、可行性研究报告和初步设计, 将子午工程列入国家“十一五”重大科技基础设施项目。	北起漠河, 经北京、武汉, 南至海南并延伸到南极中山站, 以及东起上海, 经武汉、成都, 西至拉萨的沿北纬 30° 纬度线附近现有的 15 个监测台站, 建成一个以链为主、链网结合的, 运用地磁(电)、无线电、光学和探空火箭等多种手段的监测网络。2012 年 10 月 23 日, 子午工程一期工程已通过国家验收。		子午工程一期工程不涉及内蒙古, 本项目与子午工程一期工程没有关系。
3	新一代厘米-分米波射电日像仪	立项通知: 中科院厅局文件 计字 [2009]188 号	2009 年立项, 2016 年 7 月通过验收, 经费 6510 万。由分布在三条螺旋臂上的 100 面抛物面天线和相应天线通道的模拟接收系统、监控系统、数据相关接收系统、校准系统组成, 每条螺旋臂宽 4 米, 长 3.3 公里, 每个天线的接收信号通过埋在螺旋臂下的光缆连接至位于观测楼的室内接收设备。在基地用地范围内建设 1 座配电室。	水保方案尚未编制。施工扰动区植被自然恢复, 林草覆盖率 65%以上。	本工程建设的米波-十米波射电日像仪的 224 面振子天线, 其中有 69 面穿插安装在现有厘米-分米波射电日像仪的三条螺旋臂上, 本项目基地外配套建设的光缆和电缆沟与已建三条螺旋臂并行铺设。基地配电室为该项目已建成设施。
2	中国科学院“十二五”科教基础设施建设项目——国家天文台明安图观测站	可研: 国家发改委, 发改高技 [2013]2345 号	2013 年立项, 2019 年 8 月验收。项目投资 1690 万。建筑面积 3999 平方米, 5 个单体建筑: 观测楼、综合楼、科研楼、附属用房和车库, 地上 2 层, 部分地下 1 层, 其中, 科研楼和综合楼及附属用房通过连廊连接。配套建设有进站道路、供水、供电、通讯等设施。	水保方案尚未编制。	本项目室内接收机、数据存储和处理、观测室、进基地道路、供水、供电、通讯等设施均依托内蒙古明安图观测站已建设施。
4	空间环境地基综合监测网——国家天文台明安图观测基地(本项目)	建议书: 国家发改委, 发改高技 [2018] 296 号 可研: 国家发改委, 发改高技 [2019] 288 号 初设: 中国科学院, 科发建复字 [2019] 10 号	建设周期 4 年, 2019-2022, 总投资 13 亿。 中国科学院国家空间科学中心牵头, 16 家单位参加建设。 中科院国家天文台明安图观测基地(内蒙古)建设的设备是其中一部分, 经费约 1 亿, 主要建设 3 套设备: 米波-十米波射电日像仪(中心阵+定标阵+螺旋阵), 行星际闪烁监测仪, 超宽带射电频谱仪。其中, 米波十米波射电日像仪螺旋阵天线沿原有螺旋臂安装。所有室内设备接入已建科研楼内。	各个省区的站点分别办理征地、水土保持等相关手续。	

(2) 项目区位置

空间环境地基综合监测网(子午工程二期)明安图观测基地位于内蒙古自治区锡林郭勒盟正镶白旗陶林宝拉格嘎查。观测基地中心点坐标为: $115^{\circ}14'45''E$, $42^{\circ}12'31''N$ 。项目区周边有 C 0 2 2 线和已建成的明安图进站道路,交通条件较好。

(3) 建设性质、规模与等级

本工程为新建建设类项目,主要建设“米波十米波射电日像仪”、“厘米分米波超宽带射电频谱仪”和“行星际闪烁监测仪(IPS)”3套设备,包括224面振子天线、3面 $140m$ (长) \times $40m$ (宽)抛物柱面天线、1面 $16m$ 口径抛物面天线、1面 $4.5m$ 口径抛物面天线、1面 $2m$ 口径抛物面天线及对应的信号接收和处理系统。

(4) 项目组成

本项目由明安图观测基地、基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基、基地外光缆和电缆线路组成。明安图观测基地用于建设3套监测设备的天线和天线阵列。设备1为行星际闪烁监测仪(IPS),IPS的3个抛物柱面天线长 $140m$,宽 $40m$,高 $40m$,抛物柱面中心间距 $60m$;设备2为米波十米波射电日像仪,设备包括定标阵、螺旋阵(中心和旋臂),定标阵包括124个对数周期振子天线,螺旋阵阵列分布为中心区域31面振子天线呈5臂螺旋;设备3为超宽带太阳射电频谱仪,天线由1面 $16m$ 口径抛物面天线、1面 $4.5m$ 口径抛物面天线和1面 $2m$ 口径抛物面天线组成。基地内天线塔基共178个,另外在二号抛物柱面天线座架下面设1个行星际闪烁监测仪伺服机房,长 $5m$ 、宽 $3m$ 、高 $3m$;基地内只在天线塔基及施工区进行局部平整;基地内同沟埋设光缆、电缆沟长 $1.3km$,IPS天线电缆沟 $170m$,从配电室至B轴旋臂电缆沟长 $30m$ 。本工程建设的米波-十米波射电日像仪的224面振子天线,其中有69面穿插安装在现有厘米-分米波射电日像仪的三条螺旋臂上,基地外共设69个塔基,基地外同沟敷设3条旋臂光缆和电缆线路总长 $9.9km$ 。

(5) 施工组织

施工生活区依托明安图观测站已建成的办公设施。每个塔基周边设回填土临时堆土区和施工场地,设备存放于基地东北侧空地,表土堆放区共设置2处,分

别位于基地南侧围栏边空地、行星际闪烁监测仪设备区东侧空地。施工道路、用水、用电依托明安图观测站已建成的设施。

(6) 拆迁（移民）数量及安置方式

本项目不涉及拆迁（移民）及安置工作。

(7) 专项设施改（迁）建

本项目不涉及专项设施改（迁）建。

(8) 工程建设工期与投资

本项目已于 2021 年 8 月开工建设，计划于 2022 年 10 月全部建成，工期为 15 个月。目前，项目区天线杆塔基础土建施工已全部完成，基地内外光缆、电缆已敷设完成，7 月初开始设备安装。本水土保持方案为补报方案。

工程总投资 3623 万元，其中土建工程投资 765.19 万元，资金来源为国家投资，由中国科学院国家天文台负责建设。

(9) 工程占地及土石方量

工程总占地面积 21.10hm²，其中永久占地 17.02hm²，临时占地 4.08hm²，占地类型为草地。工程建设共动用土石方总量 29928m³，其中挖方 14964m³，填方 14964m³，无借方、弃方。

1.1.2 项目前期工作进展情况

2018 年 2 月 12 日，国家发展和改革委员会以《国家发展改革委关于空间环境地基综合监测网国家重大科技基础设施项目建议书的批复》（发改高技【2018】296 号）批复该项目建议书，同意立项并开展前期工作。2018 年 5 月 18 日，白旗环保局对项目环境影响登记表予以备案。2018 年 6 月，中国科学院国家空间科学中心编制《国家重大科技基础设施项目子午工程二期 IPS 设备可行性研究报告》、《国家重大科技基础设施项目子午工程二期明安图米波十米波射电日像仪可行性研究报告》。2019 年 2 月 13 日，国家发展和改革委员会以（发改高技【2019】288 号）批复《空间环境地基综合监测网国家重大科技基础设施项目可行性研究报告》。2019 年 5 月 23 日，中国科学院以（科发建复字【2019】10 号）批复《空间环境地基综合监测网国家重大科技基础设施项目初步设计》。2019 年 8 月 19 日，国家发展和改革委员会以（发改投资【2019】1387 号）批复《空间环境地

基综合监测网国家重大科技基础设施项目初步设计概算》。2019年12月，中国科学院国家天文台与中国科学院国家科学中心签订《空间环境地基综合监测网（子午工程二期）协议书》。2021年2月，中国电子科技集团公司第五十四研究所编制完成《可指向跟踪的对数周期天线详细方案设计报告》、《抛物面天线2：赤道式4.5米天线详细方案设计报告》、《抛物面天线3：赤道式2米天线详细方案设计报告》。2021年6月15日，取得内蒙古自治区国土资源信息院《关于中国科学院国家天文台明安图观测基地空间环境地基综合监测网（子午工程二期）项目建设用地不压覆已查明重要矿产资源及矿业权核实情况的说明》（内国土资信压【2021】349号）。2021年6月17日，取得内蒙古自治区林业和草原局《关于准予空间环境地基综合监测网（行星闪烁望远镜）项目征收使用草原的行政许可决定》（内林草草监许准【2021】283号）。2022年4月20日，取得内蒙古自治区人民政府《关于空间环境地基综合监测网国家重大科技基础设施项目建设用地的批复》（内政土发【2022】304号）。

本项目依托的新一代厘米-分米波射电日像仪、中国科学院“十二五”科教基础设施建设项目（内蒙古明安图观测站）2个项目均为单独立项，未编制水土保持方案。本方案只将本工程新增用地面积列入防治责任范围。本工程已于2021年8月开工建设，目前，项目区天线杆塔基础土建施工已全部完成，基地内外光缆、电缆已敷设完成，7月初开始设备安装。本项目已随方案同期委托内蒙古万戈水利工程建设监理有限责任公司、内蒙古利源水利科技有限公司分别开展水土保持监理、监测工作。

根据《中华人民共和国水土保持法》及有关法律、法规和规定的要求，2021年10月，中国科学院国家天文台委托我单位承担了空间环境地基综合监测网（子午工程二期）明安图观测基地水土保持方案报告书的编制任务。接受委托后，我公司及时组建了方案编制组，研究了主体工程设计和图纸，并利用工程布局图，对项目区进行了实地踏勘和调查，重点调查了项目区及周边地形地貌情况、土地利用情况、植被类型及其分布规律和生长条件、水土流失情况、现有水土保持的建设、运行、效果和相关治理经验等，收集并整理了区域内气象站等观测资料。外业调查结束后，依照生产建设项目水土保持方案报告书编制的有关规定并结合当地水土保持的要求，编制完成了《空间环境地基综合监测网（子午工程二

期)明安图观测基地水土保持方案报告书》。

1.1.3 自然简况

项目区位于锡林郭勒盟正镶白旗,地貌类型属缓坡丘陵区。气候类型属中温带半干旱大陆性气候区,多年平均气温 2.3°C ,最高气温为 35.6°C (2008年),最低气温为 -36.8°C (2010年),多年平均降水量 357.9mm ,主要集中在6~9月份,占年降水量的70%,多年平均蒸发量 1965.4mm ,日照时间年均 2892.7h ,多年平均风速 4.0m/s ,最大风速为 23m/s (1980年),无霜期平均为112d,最大冻土深度 2.95m 。项目区土壤类型为栗钙土,植被类型为典型草原植被,林草覆盖率35%左右。

根据《全国水土保持区划(试行)》(办水保〔2012〕512号),项目区属水土保持区划北方风沙区—内蒙古中部高原丘陵区—蒙冀丘陵保土蓄水区。根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》(办水保〔2013〕188号)及《内蒙古自治区人民政府关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的通告》(内政发〔2016〕44号),项目区属阴山东南部自治区级水土流失重点治理区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主,间有水力侵蚀。原地貌土壤侵蚀强度属轻度侵蚀,水力侵蚀模数 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,风力侵蚀模数 $2000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,容许土壤流失量 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据资料和现场调查,本工程建设区不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等。项目建设区内没有全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点实验区及国家确定的水土保持长期定位观测站,不存在泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态恶化的地区。项目区不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区以及重要湿地,不在划定的生态红线范围内、不在草原保护核心区等水土保持敏感区。

1.2 编制依据

1.2.1 法律、法规依据

(1)《中华人民共和国水土保持法》(第十一届全国人大常委会第18次会

议修订，2011年3月实施）；

(2) 《<中华人民共和国水土保持法>实施条例》（1993年8月1日国务院120号令，2011年1月8日根据《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修正）；

(3) 《内蒙古自治区水土保持条例》（2015年7月26日内蒙古自治区第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过，2015年10月1日起施行，根据2018年7月26日内蒙古自治区第十三届人民代表大会常务委员会第六次会议《关于修改〈内蒙古自治区农牧业机械化促进条例〉等7件地方性法规的决定》修正）。

1.2.2 技术标准

(1) 《生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定（试行）》（办水保〔2018〕135号）；

(2) 水利部办公厅关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的通知，（水利部办公厅办水保〔2016〕65号，2016年3月）；

(3) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；

(4) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；

(5) 《水土保持工程调查与勘测标准》（GB/T51297-2018）；

(6) 《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；

(7) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

(8) 《水利水电工程制图标准水土保持制图》（SL73.6-2015）。

1.2.3 技术资料

(1) 《国家发展改革委关于空间环境地基综合监测网国家重大科技基础设施项目建议书的批复》（发改高技【2018】296号）；

(2) 《国家重大科技基础设施项目子午工程二期IPS设备可行性研究报告》中国科学院国家空间科学中心，2018年6月；

(3) 《国家重大科技基础设施项目子午工程二期明安图米波十米波射电日像仪可行性研究报告》中国科学院国家空间科学中心，2018年5月；

(4) 《国家发展改革委关于子午工程二期可行性研究报告的批复》（发改

高技【2019】288号），2019年2月13日，国家发展和改革委员会；

(5) 《国家发展改革委关于核定子午工程二期初步设计概算的复函》（发改投资【2019】1387号），2019年2月13日，国家发展和改革委员会；

(6) 《可指向跟踪的对数周期天线详细方案设计报告》、《抛物面天线 2: 赤道式 4.5 米天线详细方案设计报告》、《抛物面天线 3: 赤道式 2 米天线详细方案设计报告》中国电子科技集团公司第五十四研究所，2021 年 2 月；

(7) 《关于空间环境地基综合监测网国家重大科技基础设施项目建设用地的批复》（内政土发【2022】304号），内蒙古自治区人民政府，2022年4月20日；

(8) 《内蒙古自治区土壤侵蚀图册》（内蒙古自治区水利厅，2004年）；

(9) 《水土保持方案编制委托书》（2021年10月，中国科学院国家天文台）。

1.3 设计水平年

本工程已于 2021 年 8 月开工，计划 2022 年 10 月完工，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），设计水平年根据主体工程完工时间和水土保持措施实施进度安排等综合确定，水土保持措施计划 2023 年全部完成并发挥效益，因此确定本项目水土保持方案设计水平年为 2023 年。

1.4 水土流失防治责任范围

水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域。本项目依托的新一代厘米-分米波射电日像仪、中国科学院“十二五”科教基础设施建设项目（内蒙古明安图观测站）2个项目均为单独立项，未编制水土保持方案。本方案只将本工程新增用地面积列入防治责任范围，确定本项目水土流失防治责任范围为 21.10hm²，其中永久占地 17.02hm²，临时占地 4.08hm²，占地类型为草地。

表 1-2 水土流失防治责任范围表 单位:hm²

建设区	合计	占地类型	占地性质	
		草地	永久占地	临时占地
明安图观测基地	17.02	17.02	17.02	
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	0.11	0.11	0.003	0.11
基地外光缆和电缆线路	3.97	3.97		3.97
合计	21.10	21.10	17.02	4.08

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

按照《关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保〔2013〕188号）、《内蒙古自治区人民政府关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（内政发〔2016〕44号），本项目所在的正镶白旗属于阴山东南部自治区级水土流失重点治理区，本工程在水土保持区划中属北方风沙区蒙冀丘陵保土蓄水区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），本项目水土流失防治标准执行北方风沙区一级标准。

1.5.2 防治目标

根据《生产建设项目水土流失技术标准》（GB/T 50434-2018）规定，本项目执行北方风沙区水土流失防治一级标准值，本项目水土流失防治目标应达到：

（1）项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失得到治理；

（2）水土保持设施应安全有效；

（3）水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；

（4）水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率六项指标，应达到现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》GB/T50434-2018 的规定。

项目区多年平均降水量 357.9mm，属于半干旱地区，水土流失治理度、林草植被恢复率不作调整；本工程无法避让水土流失重点治理区且又是草原区，水

土流失治理度、林草覆盖率均提高 2%；现状土壤侵蚀以轻度侵蚀为主，土壤流失控制比不低于 1；本项目虽然属于北方风沙区，但是地处锡林郭勒草原区，表土剥离、保护、利用极为重要，表土保护率参照北方土石山区确定为 95%。

表 1-3 水土流失防治目标表

防治分区	北方风沙区一级标准值		土壤侵蚀强度调整	重点治理区调整	方案确定目标值	
	施工期	设计水平年			施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	-	85		+2	-	87
土壤流失控制比	-	0.8	+0.2		-	1.0
渣土防护率 (%)	85	87			85	87
表土保护率 (%)	-	95			-	95
林草植被恢复率 (%)	-	93			-	93
林草覆盖率 (%)	-	20		+2	-	22

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址评价

根据《中华人民共和国水土保持法》和《生产建设项目水土保持技术标准》对工程选址（线）的限制性规定，对本工程选址进行分析评价。本工程选址不在河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；不涉及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区和国家确定的水土保持长期定位观测站；不涉及泥石流、崩塌滑坡等地质灾害可能发生地段；不在国家划定的水土流失重点治理成果区；不在重要江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区，二级区的饮用水源区，不在划定的生态红线范围内、不在草原保护核心区。但项目区位于自治区级水土流失重点治理区，生态环境比较脆弱，因此水土流失防治标准采用北方风沙区一级标准，在确定防治目标值时，水土流失治理度提高 2 个百分点、土壤流失控制比调整到 1.0、林草覆盖率提高 2 个百分点、表土保护率参考北方土石山区 95%，提高了项目区的防治标准。在工程施工过程中，全部在永久占地范围内进行施工，施工进行了优化施工工艺，尽量减少地表扰动和植被损坏范围，对开挖及施工扰动区进行了表土剥离保护，并采取了临时防护措施，最大限度把项目建设造成的水土流失降到最低，不会造成大的水土流失影响。下一步，要及时落实后续水土保持防治措施，提高防治标准，减少和控制因工程建设造成的水土流失。

1.6.2 建设方案与布局评价

本工程建设区包括明安图观测基地、基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基、基地外光缆和电缆线路。明安图观测基地选址坚持节约集约用地原则，与当地国土空间规划/土地利用总体规划和城市、镇总体规划相衔接，拟征地全部用于建设射电天文监测设备，室内接收机、数据存储和处理、观测室以及进站道路、供水、供电、通讯等都可利用现有设施。拟用地范围既要保证能够放置所有的天线和天线阵列，又要保证观测天文目标时互相不遮挡观测视场，保证每天6个小时的观测时效要求，所有的天线阵列布局紧凑、功能分区明确，通过对天线阵列的优化设计，尽量与现有用地合理衔接，以集约节约合理用地。项目充分利用已有道路，施工生产生活区布置在基地内空地，施工区布置在天线杆塔基周边，布局紧凑合理，平面布局上尽可能地减少占用、破坏土地及植被面积。竖向布置上结合地面标高，立足于尽量减少土石方量，只在天线杆塔基开挖施工区进行局部平整，达到挖填平衡，满足水土保持要求。项目区不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等敏感保护区。

从主体工程占地面积、类型和占地性质的分析与评价可以看出：工程占地符合行业用地标准要求，占地类型全部为草地，未占用基本农田，施工结束后除塔基永久建筑物外的其他用地全部恢复为草地，不改变土地性质，符合水土保持的要求。从主体工程土石方平衡分析与评价可以看出：工程建设期挖方得到充分利用，表土进行回覆利用，挖填平衡，未设置取弃土场，满足水土保持要求。从主体工程施工组织、施工方法分析与评价可以看出：主体工程采用的施工方法与工艺简单，施工工序基本合理，尽可能缩短地表开挖面裸露时间，但施工期施工场地布置不集中，基坑回填土未集中存放，不满足水土保持要求。从主体工程已开展的水土保持工作分析，项目在施工过程中，塔基开挖及扰动较大的施工区进行了表土剥离，施工过程中表土单独存放在基地北侧围栏边和基地内空地，采取了密目网苫盖；基坑开挖土临时存放在基坑四周，进行了人工拍实；光缆和电缆线路管沟表土集中堆放在基地内并采取了密目网苫盖措施，开挖土方临时存放在管沟一侧并进行了拍实，扰动强度大的区域裸露地表采取了密目网苫盖措施，这些措施的实施可有效减少水土流失强度和危害，满足水土保持要求，但主体设计未

考虑施工结束后的土地整治、种草、软管灌溉及空心砖护坡等防护措施，本方案进行补充设计，以形成一个完整、严密、科学的水土保持防护体系。

1.7 水土流失预测结果

经预测，工程建设造成土壤流失总量为 6108.6t，新增土壤流失量 3285.2t，产生水土流失的重点部位为明安图观测基地。水土流失主要危害为：施工过程中对地面的扰动，不同程度地损坏、破坏了原有地貌、土体结构和植被，使之丧失或降低了原来所具有的保持水土的功能，促进扬沙天气的形成，造成人为水土流失严重。

1.8 水土保持措施布设成果

本项目水土流失防治分区包括明安图观测基地防治区、基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基防治区、基地外光缆和电缆线路防治区。设计水平年水土流失防治措施面积为 21.04hm²，其中工程措施面积 0.03hm²，植物措施面积 21.01hm²，水土保持防治措施体系由工程措施、植物措施和临时措施组成。总体布局如下：

(1) 措施布局

明安图观测基地防治区：施工前，天线杆塔基础开挖区及施工扰动强度较大的施工区实施了表土剥离措施，单独存放在基地南侧围栏边和基地内部空地；施工过程中，表土堆放区采取了密目网苫盖防护，回填土堆放区采取了人工拍实，光缆电缆沟开挖土采取了人工拍实，扰动强度大的区域裸露地表采取了密目网苫盖措施；施工结束后，光缆电缆沟施工扰动区实施了土地整治，部分杆塔施工扰动区实施了覆土整治措施。方案补充设备安装施工扰动区绿化覆土和土地整治措施和种草措施，配套移动软管进行灌溉，行星闪烁监测仪装置区西、北侧空心砖护坡，未扰动区免耕补播措施。

基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基防治区：施工结束后，塔基基础施工区采取土地整治和人工种草。

基地外光缆和电缆线路防治区：施工前，电缆沟开挖区剥离了表土集中存放在明安图观测基地南侧围墙边的表土堆放区；施工过程中，光缆电缆沟开挖土采取了人工拍实；施工结束后，扰动区实施了覆土整治。方案补充施工扰动区人工

种草措施。

(2) 工程量

1) 明安图观测基地防治区

① 已实施:

工程措施: 表土剥离 6655m³, 土地整治 3.27hm², 覆表土 3993m³。

临时措施: 表土密目网苫盖 12052m², 回填土人工拍实 1271m³, 光缆、电缆沟开挖土人工拍实 750 m³, 裸露地表苫盖 22500m²。

② 未实施

工程措施: 土地整治 1.09hm², 覆表土 2662m³, 空心砖护坡 0.16 hm², PE25 移动软管 5000m。

植物措施: 塔基施工区、光电缆沟、施工场地人工种草 14.55hm², 撒播披碱草 437kg、冰草 437kg、紫花苜蓿 437kg。未扰动区免耕种草 2.25hm², 撒播披碱草 56kg、冰草 56kg、紫花苜蓿 56kg。边坡空心砖内植草 0.13hm², 撒播披碱草 4kg、冰草 4kg、紫花苜蓿 4kg。

2) 基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基防治区

① 已实施:

工程措施: 土地整治 0.11hm²。

② 未实施

植物措施: 人工种草 0.11hm², 撒播披碱草 3kg、冰草 3kg、紫花苜蓿 3kg。

3) 基地外光缆和电缆线路防治区

① 已实施:

工程措施: 表土剥离 1250m³, 土地整治 3.97hm², 回覆表土 1250m³。

临时措施: 人工拍实 4950m³。

② 未实施

植物措施: 人工种草 3.97hm², 撒播披碱草 119kg、冰草 119kg、紫花苜蓿 119kg。

1.9 水土保持监测方案

监测内容: 水土流失自然影响因素、扰动土地情况、水土流失状况、水土流

失防治 成效和水土流失危害等。

监测时段：2021 年 8 月至设计水平年（2023 年）结束。

监测方法：遥感监测、实地量测、定位监测、巡查和资料分析法。

监测点位：明安图观测基地设 1 处水蚀监测点、1 处风蚀监测点、1 处工程措施监测点、1 处植物措施监测点。原地貌设 1 处水蚀监测点、1 处风蚀监测点。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本项目水土保持工程估算总投资 171.40 万元，其中工程措施投资 31.51 万元，植物措施投资 15.17 万元，临时措施投资 37.33 万元，独立费用 43.85 万元（其中水土保持监测费 12.17 万元，水土保持监理费 8 万元），基本预备费 7.67 万元，水土保持补偿费 35.87 万元。

通过水土保持方案的实施，设计水平年末，治理水土流失面积 21.10hm²，恢复林草植被面积 21.01hm²，可减少水土流失量 3285.2t。到设计水平年，防治目标可达到：水土流失治理度达到 93.7%，土壤流失控制比达到 1.0，表土保护率 96.0%，渣土防护率 95.0%，林草植被恢复率达到 94.0%，林草覆盖率达到 93.6%。

1.11 结论

本工程在施工过程中优化了施工工艺，严格在用地范围内施工，表土进行了剥离保护，裸露地表进行了苫盖防护，下一步通过提高防治标准，及时落实各项水土保持防治措施，可将水土流失降到最低，项目建设从选址、建设方案、水土流失防治等均符合水土保持法律法规以及水土保持技术标准的规定和要求。

为了使本项目的水土保持措施得到有效的落实，提出如下要求：

- （1）本方案批准后，尽快安排水土保持后续设计等相关工作。
- （2）尽快按方案要求组织实施本方案设计的水土保持措施。
- （3）监测实行水土保持监测“绿黄红”三色评价制度，监测成果应该公开。

按照水土保持监理标准和规范加强水土保持工程施工监理。

- （4）工程建设和生产过程中，积极配合各级水行政主管部门对水土保持工作的监督检查，加强水土保持设施的日常管理与维护，确保其正常发挥效益。

空间环境地基综合监测网（子午工程二期）明安图观测基地
水土保持方案特性表

项目名称	空间环境地基综合监测网（子午工程二期）明安图观测基地		流域管理机构		海河水利委员会
涉及省区	内蒙古自治区	涉及地市或个数	锡林郭勒盟	涉及县或个数	正镶白旗
项目规模	建设行星际闪烁监测仪（IPS）、米波十米波射电日像仪、超宽带太阳射电频谱仪3套监测设备的天线和天线阵列。	总投资（万元）	3623	土建投资（万元）	765.19
动工时间	2021年8月	完工时间	2022年10月	设计水平年	2023年
工程占地（hm ² ）	21.10	永久占地（hm ² ）	17.02	临时占地（hm ² ）	4.08
土石方量（m ³ ）		挖方	填方	借方	余（弃）方
		14964	14964	-	-
重点防治区名称	阴山东南部自治区级水土流失重点治理区				
地貌类型	缓坡丘陵区	水土保持区划		北方风沙区	
土壤侵蚀类型	风力侵蚀为主，间有水力侵蚀	土壤侵蚀强度（t/(km ² ·a)）		风蚀2000 水蚀500	
防治责任范围面积（hm ² ）	21.10	容许土壤流失量（t/(km ² ·a)）		500	
土壤流失预测总量（t）	6108.6	新增土壤流失量（t）		3285.2	
水土流失防治标准执行等级	北方风沙区一级标准				
防治目标	水土流失治理度（%）		87	土壤流失控制比	1.0
	渣土防护率（%）		87	表土保护率（%）	95
	林草植被恢复率（%）		93	林草覆盖率（%）	22
防治措施及工程量	工程措施		植物措施		临时措施
明安图观测基地	已实施：表土剥离6655m ³ ，土地整治3.27hm ² ，覆表土3993m ³ 。 未实施：土地整治1.09hm ² ，覆表土2662m ³ ，空心砖护坡0.16hm ² ，PE25移动软管5000m。		塔基施工区、光电缆沟、施工场地人工种草14.55hm ² ，未扰动区免耕种草2.25hm ² ，边坡空心砖内植草0.13hm ² 。（未实施）		表土密目网苫盖12052m ² ，回填土人工拍实1271m ³ ，光缆、电缆沟开挖土人工拍实750m ³ ，裸露地表苫盖22500m ² 。（均已实施）
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	土地整治0.11hm ² 。（已实施）		人工种草0.11hm ² （未实施）		
基地外光缆和电缆线路	表土剥离1250m ³ ，土地整治3.97hm ² ，回覆表土1250m ³ （已实施）		人工种草3.97hm ² （未实施）		人工拍实4950m ³ （已实施）
投资（万元）	31.51		15.17		37.33
水土保持总投资（万元）	171.40		独立费用（万元）		43.85
监理费（万元）	8.0	监测费（万元）	12.17	补偿费（万元）	35.87
方案编制单位	内蒙古利源水利科技有限公司		建设单位	中国科学院国家天文台	
法定代表人	杨凯		法定代表人	常进	
地址	呼和浩特回民区海亮广场A座1207室		地址	北京市朝阳区大屯路甲20号	
邮编	010020		邮编	100101	
联系人及电话	杨凯/18547117626		联系人及电话	耿立红 13683253124	

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 与本工程相关项目的概况及依托情况

(1) 中国科学院“十二五”科教基础设施建设项目----内蒙古明安图观测站

内蒙古明安图观测站是中科院国家天文台的一个野外台站,以太阳射电观测为主。国家发展改革委于 2013 年 11 月 22 日以《关于中国科学院“十二五”科教基础设施空间目标监测及天文光学技术综合试验研究保障条件建设项目可行性研究报告的批复》(发改高技〔2013〕2345 号)批复项目可行性研究报告,其中一个子项工程为内蒙古明安图观测站,主要建设对日实时跟踪观测、太阳射电天文综合研究等试验和研究平台及相关辅助设施。**该项目位于锡林郭勒盟正镶白旗宝拉根陶海苏木陶林宝拉格嘎查**,已于 2015 年开工,2019 年建成,已建成的设施占地面积 82425m²,包括观测楼、综合楼、科研办公楼、附属用房和车库等及配套的进站道路、供水、供电、通讯等设施。其中观测楼位于本项目用地界东南侧,综合楼、科研办公楼、附属用房和车库等设施位于本项目西侧。观测站已建成 1 条进站道路,从 C 0 2 2 线引接,引接长度 4008.75m,道路已于 2013 年建成。观测站内现有自建水源井 1 眼,电力设施已由内蒙古电力(集团)有限责任公司锡林郭勒盟电业局负责从 955 天文台架空线路 T 接至观测站内,通讯线路已由中国移动通信集团内蒙古有限公司正镶白旗分公司负责配套建设到观测站。明安图观测站建站时未编报水土保持方案。

项目依托:本项目室内接收机、数据存储和处理、观测室均依托明安图观测站已建成的观测楼、综合楼设施。进基地道路可直接利用进站道路进入基地内。项目供水、供电、通讯等设施均依托内蒙古明安图观测站已建设施。

(2) “新一代厘米-分米波射电日像仪”项目

“新一代厘米-分米波射电日像仪”项目于 2009 年 12 月 7 日取得《中国科学院关于批准国家重大科研装备研制项目“新一代厘米-分米波射电日像仪”立项的通知(计字〔2009〕188 号),财政部于 2009 年 12 月正式立项这一重大科研装备研制项目。所研制的新一代太阳专用射电望远镜,由分布在方圆十公里的

三条旋臂上的 100 面天线组成高、低频两个综合孔径阵列，具有前所未有的在超宽频带上同时以高时间、空间和频率分辨率进行太阳观测的能力。项目于 2010 年建成，建设 1 座配电室（明安图基地用地范围内）和 3 条螺旋臂，每条螺旋臂宽 4m，长 3.3km。项目建设时未编报水土保持方案。

项目依托：本工程建设的米波-十米波射电日像仪的 224 面振子天线，其中有 69 面穿插安装在现有厘米-分米波射电日像仪的三条螺旋臂上，本项目基地外配套建设的光缆和电缆沟与已建三条螺旋臂并行铺设。基地内的配电室利用该项目已建成设施。

表 2-1

项目依托情况

序号	项目名称	批复文件	简介	水土保持工作开展情况	本项目依托
1	子午工程一期	2005-2007 年, 国家发展和改革委员会先后批复子午工程项目建议书、可行性研究报告和初步设计, 将子午工程列入国家“十一五”重大科技基础设施项目。	北起漠河, 经北京、武汉, 南至海南并延伸到南极中山站, 以及东起上海, 经武汉、成都, 西至拉萨的沿北纬 30° 纬度线附近现有的 15 个监测台站, 建成一个以链为主、链网结合的, 运用地磁(电)、无线电、光学和探空火箭等多种手段的监测网络。2012 年 10 月 23 日, 子午工程一期工程已通过国家验收。		子午工程一期工程不涉及内蒙古, 本项目与子午工程一期工程没有关系。
3	新一代厘米-分米波射电日像仪	立项通知: 中科院厅局文件 计字 [2009]188 号	2009 年立项, 2016 年 7 月通过验收, 经费 6510 万。由分布在三条螺旋臂上的 100 面抛物面天线和相应天线通道的模拟接收系统、监控系统、数据相关接收系统、校准系统组成, 每条螺旋臂宽 4 米, 长 3.3 公里, 每个天线的接收信号通过埋在螺旋臂下的光缆连接至位于观测楼的室内接收设备。在基地用地范围内建设 1 座配电室。	水保方案尚未编制。施工扰动区植被自然恢复, 林草覆盖率 65%以上。	本工程建设的米波-十米波射电日像仪的 224 面振子天线, 其中有 69 面穿插安装在现有厘米-分米波射电日像仪的三条螺旋臂上, 本项目基地外配套建设的光缆和电缆沟与已建三条螺旋臂并行铺设。基地配电室为该项目已建成设施。
2	中国科学院“十二五”科教基础设施建设项目——国家天文台明安图观测站	可研: 国家发改委, 发改高技 [2013]2345 号	2013 年立项, 2019 年 8 月验收。项目投资 1690 万。建筑面积 3999 平方米, 5 个单体建筑: 观测楼、综合楼、科研楼、附属用房和车库, 地上 2 层, 部分地下 1 层, 其中, 科研楼和综合楼及附属用房通过连廊连接。配套建设有进站道路、供水、供电、通讯等设施。	水保方案尚未编制。	本项目室内接收机、数据存储和处理、观测室、进基地道路、供水、供电、通讯等设施均依托内蒙古明安图观测站已建设施。
4	空间环境地基综合监测网——国家天文台明安图观测基地(本项目)	建议书: 国家发改委, 发改高技 [2018] 296 号 可研: 国家发改委, 发改高技 [2019] 288 号 初设: 中国科学院, 科发建复字 [2019] 10 号	建设周期 4 年, 2019-2022, 总投资 13 亿。 中国科学院国家空间科学中心牵头, 16 家单位参加建设。 中科院国家天文台明安图观测基地(内蒙古)建设的设备是其中一部分, 经费约 1 亿, 主要建设 3 套设备: 米波-十米波射电日像仪(中心阵+定标阵+螺旋阵), 行星闪烁监测仪, 超宽带射电频谱仪。其中, 米波十米波射电日像仪螺旋阵天线沿原有螺旋臂安装。所有室内设备接入已建科研楼内。	各个省区的站点分别办理征地、水土保持等相关手续。	

2.1.2 项目组成

2.1.2.1 项目组成

项目由明安图观测基地、基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基、基地外光缆和电缆线路组成。

本工程建设内容为“米波十米波射电日像仪”、“厘米分米波超宽带射电频谱仪”和“行星际闪烁监测仪（IPS）”3套观测设备，包括224面振子天线、3面140m（长）×40m（宽）抛物柱面天线、1面16m口径抛物面天线、1面4.5m口径抛物面天线、1面2m口径抛物面天线及对应的信号接收和处理系统。

工程特性及主要技术指标见表2-1。

表2-2 工程特性表

一、总体概况					
项目名称	空间环境地基综合监测网（子午工程二期）明安图观测基地				
建设性质	新建项目				
建设地点	锡林郭勒盟正镶白旗				
建设单位	中国科学院国家天文台				
建设内容	“米波十米波射电日像仪”、“厘米分米波超宽带射电频谱仪”和“行星际闪烁监测仪（IPS）”3套观测设备。				
项目组成	由明安图观测基地、基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基、基地外光缆和电缆线路组成。				
明安图观测基地	基地内天线塔基共178个，另外在二号抛物柱面天线座架下面设1个行星际闪烁监测仪伺服机房。基地内同沟埋设光缆、电缆沟长1.3km，IPS天线电缆沟170m，从原配电室至B轴旋臂电缆沟长30m。				
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	本工程建设的米波-十米波射电日像仪的224面振子天线，其中有69面穿插安装在现有厘米-分米波射电日像仪的三条螺旋臂上，基地外共设69个塔基。				
基地外光缆和电缆线路	基地外同沟敷设3条旋臂光缆和电缆线路长9.9km。				
进基地道路	利用内蒙古明安图观测站已建进站道路。				
施工生产生活区	布设在基地内空地。				
水、电、通讯	施工生产生活用水利用内蒙古明安图观测站自建水源井，施工用电、通讯设施均依托内蒙古明安图观测站已建设施。				
工程投资	总投资3623万元，其中土建工程投资765.19万元				
工期	2021年8月开工，2022年10月竣工，工期为15个月。				
移民拆迁	本工程不涉及移民（拆迁）安置问题。				
二、占地情况单位：hm ²					
分区	永久	临时	合计	占地类型	备注
明安图观测基地	17.02		17.02	草地	
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	0.003	0.11	0.113	草地	
基地外光缆和电缆线路		3.97	3.97	草地	
合计	17.02	4.08	21.10		

三、土石方量单位: m ³					
分区	土石方总量	挖方	填方	借方	弃方
明安图观测基地	17352	8676	8676		
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	176	88	88		
基地外光缆和电缆线路	12400	6200	6200		
合计	29928	14964	14964		

2.1.2 工程布置

2.1.2.1 明安图观测基地

(1) 平面布局

明安图观测基地总占地 17.02hm²，基地内安装行星际闪烁监测仪（IPS）、米波十米波射电日像仪、超宽带太阳射电频谱仪 3 套监测设备的天线和天线阵列。

1) 设备 1: 行星际闪烁监测仪（IPS）

行星际闪烁监测仪（IPS）设备安装在基地西北侧，采用超大型可动的抛物柱面天线，实现天线数字化多波束合成。IPS的3个抛物柱面天线长140m，宽40m，高40m，抛物柱面中心间距60m。双基墩基础10个，基础长4.8m、宽4.4m；三基墩基础4个，基础长8.64m、宽6m；连杆基墩基础6个，基础长1.5m、宽1.2m。基础采用钢筋混凝土结构，基础开挖深2.1m。二号抛物柱面天线座架下面设1个行星际闪烁监测仪伺服机房，长5m、宽3m、高3m。

施工区占地：天线总装区域150m×170m，反射体骨架组装区50m×40m，A形框架组装区30m×30m。行星际闪烁监测仪伺服机房安装场地为10m×10m。

目前，杆塔基地基土建工程已全部完成，6月份开始设备安装。

2) 设备 2: 米波十米波射电日像仪

米波十米波射电日像仪是通过多个天线同时对太阳进行观测、采用综合孔径原理进行成像。以波长为单位的天线间距代表了观测图像的空间分辨率，间距越大，可以取得更大分辨率；间距越多，图像质量约好。米波十米波射电日像仪安装在基地南侧，设备包括定标阵、螺旋阵（中心和旋臂）。

定标阵包括 124 个对数周期振子天线，分 16 组，其中有 15 个组每组含 7

面振子天线,中心组含 19 面振子天线,共 124 个基础,每个基础长 0.7m、宽 0.7m,基础开挖深 2.3m。施工区占地 80m×80m。

螺旋阵阵列分布为中心区域 31 面振子天线呈 5 臂螺旋,共 31 个基础,每个基础开挖直径 0.8m,基础采用钢筋混凝土结构,内部安装天线预埋件,地面以上高 0.3m,基础开挖深 2.3m。单个天线施工区占地 4m×4m。

目前,杆塔地基土建工程已全部完成,6 月份开始设备安装。

3) 设备 3: 超宽带太阳射电频谱仪

天线由 1 面 16m 口径抛物面天线、1 面 4.5m 口径抛物面天线和 1 面 2m 口径抛物面天线组成。16m 口径抛物面天线布置于基地东南角,4.5m 口径抛物面天线和 2m 口径抛物面天线布置于基地西靠近进站道路。

16m 口径抛物面天线基础直径为 3.5m,基础深 3.1m,采用钢筋混凝土结构。施工区占地 25m×25m。4.5m 口径抛物面天线基础长 2m、宽 2m,基础深 2.3m,采用钢筋混凝土结构。施工区占地 30m×30m。2m 口径抛物面天线基础长 2m、宽 2m,基础深 2.3m,采用钢筋混凝土结构。施工区占地 25m×25m。

目前,杆塔地基土建工程已全部完成,6 月份开始设备安装。

天线基础及施工区共占地 3.8hm²,其中基础占地 0.05hm²,施工区占地 3.75hm²。见表 2-3。

表 2-3 设备天线基础及施工区实际调查表

设备名称	基础数量	基础开挖直径(m)	基础开挖长(m)	基础宽(m)	基础深(m)	基础占地(m ²)	施工区占地规格(m*m)	施工场地(m ²)	挖方量(m ³)	填方量(m ³)	余方量(m ³)	去向	
明安图米波-十米波射电日像仪螺旋阵	31	0.8			2.3	15.57	4*4*31	496	39	14	25	基础周边施工区场平	
明安图米波-十米波射电日像仪定标阵	124		0.7	0.7	2.3	60.76	80*80	6400	154	54	100		
行星际闪烁监测仪	双基墩	10		4.8	4.4	2.1	211.20	150*170	28400	488	171		317
	三基墩	4		8.64	6	2.1	207.36	50*40		479	168		311
	连杆基墩	6		1.5	1.2	2.1	10.80	30*30		25	9		16
16米口径抛物面天线	1	4.5			3.1	15.90	25*25	625	54	19	35		
2米口径抛物面天线	1		2	2	2.3	4.00	25*25	625	10	4	6		
4.5米口径抛物面天线	1		2	2	2.3	4.00	30*30	900	10	4	6		
行星际闪烁监测仪伺服机房	1		6.3	3.1	0.3	19.53	10*10	100	6	2	4		
合计	179					549.12		37546	1265	443	822		

4) 配电室

基地内现有 1 处“新一代厘米-分米波射电日像仪”项目已建成的配电室，该配电室于 2008 年建成，占地面积 100m²，本项目直接利用。

5) 基地内光缆、电缆线路

基地内光缆电缆线路总长 1.5km，其中同沟埋设 1.3km，电缆沟单线 0.2km。

光缆：场区内管线经光缆沟汇聚到中国科学院“十二五”科教基础设施空间目标监测及天文光学技术综合试验研究保障条件建设项目已建成的科研楼屏蔽机房。基地内光缆线路总长 1.3km。

电缆：所有的振子天线，与光缆共用沟道；旋臂上电缆连接最近的原有天线基墩配电箱。与光缆线路同沟埋设长度 1.3km。

另外新建从变压器到三个柱面天线（IPS 天线）电缆沟长度 170m，从配电室挖沟至 B 轴然后沿光缆沟分别接入中心阵和定标阵电缆线路长度 30m。

根据实地踏勘和查阅施工资料，光缆电缆沟开挖宽为 50cm，深 60cm，堆土宽度 1.5m，施工便道宽度 2.0m，占地宽共 4m，开挖土方全部回覆至管沟开挖区。

表 2-4 基地内光缆、电缆线路占地表

项目名称		长度(km)	占地宽(m)	占地面积(hm ²)			备注
				永久占地	临时占地	小计	
基地内光、电缆沟	施工便道	1.5	2	0.30		0.30	占地宽 2m。
	管沟开挖区		0.5	0.08		0.08	矩形断面，管沟开挖宽 0.5m、深 0.6m。
	堆土区		1.5	0.23		0.23	堆土顶宽 0.4m，高度 0.8m，边坡 1: 0.5，占地宽 1.2m，堆土区外侧设 0.3m 的土料滑落区。
	小计		4.0	0.61		0.61	
合计		1.5				0.61	

目前，线路工程已全部建成。

6) 施工场地

为保证观测天文目标时互相不遮挡观测视场，保证每天 6 个小时的观测时效要求，基地内除天线基础及施工区外的其他空地占地面积 10.35hm²，施工期作为施工材料堆放区、临时堆土区、施工活动场地、施工便道。

7) 未扰动区

经实地调查，行星际闪烁监测仪器装置区与米波十米波射电日像仪间的位于基地东北侧的区域未进行扰动，实际量测面积 2.25hm²。

8) 基地围栏

基地四周设置有钢围栏，长 1000m，高 1.6m。

(2) 竖向布置

基地原地面标高 1352-1360m，周边地形平缓，整体东北高西南低，基本无汇水，竖向布置采用平坡式布置，项目建设不进行大面积开挖、场平，只对局部施工扰动区进行平整。雨水可顺地势从东北向西南散排至基地外。

2.1.2.2 基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基

本工程建设的米波-十米波射电日像仪的 224 面振子天线，其中有 69 面穿插安装在现有厘米-分米波射电日像仪的三条螺旋臂上，基地外共设 69 个塔基，每个基础开挖直径 0.8m，基础采用钢筋混凝土结构，内部安装天线预埋件，地面以上高 0.3m，基础开挖深 2.3m。单个天线施工区占地 4m × 4m。

表 2-5 设备天线基础及施工区实际调查表

设备名称	基础数量	基础开挖直径(m)	基础深(m)	基础占地(m ²)	施工区占地规格(m*m)	施工场地(m ²)	挖方量(m ³)	填方量(m ³)	余方量(m ³)	去向
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	69	0.8	2.3	34.67	4*4	1104	88	31	57	施工区平整

2.1.2.3 基地外光缆和电缆线路

项目新增天线共计 100 面，其中包含中心区域新增 31 面，中心区天线呈 3 臂螺旋状，原 MUSER 悬臂外围 A 轴新增 20 面，B 轴新增 25 面，C 轴新增 24 面。本工程要求每一面天线单独接一根 8 芯光缆，并且对有遮挡的天线进行位置调整，光缆由观测机房引出，沿原有天线线路管沟至各新增天线，光缆成端共 2760 芯。光缆和电缆同沟埋设，沿着三条旋臂，每条长 3.3km，长度共计 9.9km，三条旋臂上光缆先汇聚到观测楼，然后经穿线管道进入科研楼屏蔽机房。经实地踏勘，光缆电缆沟开挖宽为 50cm，深 60cm，堆土宽度 1.5m，施工便道宽度 2.0m，占地宽共 4m。目前，线路工程已全部建成。

表 2-6 基地外光缆电缆线路占地表

项目名称	长度(km)	占地宽(m)	占地面积(hm ²)			备注
			永久占地	临时占地	小计	
基地外光缆和电缆线路	施工便道	2		1.98	1.98	占地宽 2m。
	管沟开挖区	0.5		0.50	0.50	矩形断面，管沟开挖宽 0.5m、深 0.6m。
	堆土区	1.5		1.49	1.49	堆土顶宽 0.4m，高度 0.8m，边坡 1: 0.5，占地宽 1.2m，堆土区外侧设 0.3m 的土料滑落区。
	小计	4.0		3.97	3.97	
合计	9.9			3.97	3.97	

2.1.2.4 给排水系统

(1) 供水

利用基地内已建水源井 1 眼，基地生活总用水量 0.22 万 m³/a，其中生活用水量 0.14 万 m³/a，生活综合用水量 0.06 万 m³/a，未预见用水量 0.02 万 m³/a。

(2) 排水工程

基地内不产生废水，雨水依地形自然散排。

2.1.2.5 供电、通讯

供电：明安图观测站建设时已由内蒙古电力（集团）有限责任公司锡林郭勒盟电业局从955天文台架空线路T接至观测站内，本工程供电依托已建供电设施。

通讯：明安图观测站建设时已由中国移动通信集团内蒙古有限公司正镶白旗分公司引接至观测站内，本工程通讯设施依托已建设施。

2.2 施工组织

2.2.1 施工组织

(1) 施工生产区生活区

施工生活区利用明安图观测站已建设施，天线杆基施工区布置于天线杆周边，材料堆放场地布置于基地内空地，表土集中存放在基地南侧围栏边和基地内部空地，回填土分别存放在基础周边空地。占地全部在基地永久占地范围内，不涉及临时用地。

(2) 施工道路

基地外利用项目区周边现有道路和已建成的进站道路，基地内由于电线杆塔分散式分布，不便设专门的便道，根据杆塔基位的位置从基地空地穿行，可以满足对施工道路的需要。

(3) 施工用水及用电

施工用水：施工用水取自基地自建水源井，能够满足施工要求。

施工用电：工程施工用电利用已建成的永久用电设施。

(4) 建筑材料供应

本项目建设所需的砂、石材料、砖、水泥等均从当地购买，由卖方负责治理因采砂（石）而造成水土流失。

2.2.3 施工工艺

（1）天线基础施工

塔基开挖前先剥离表土，表土集中存放在基地南侧围栏边和基地内部空地，表土剥离厚度约为25cm。

基础开挖时根据土质情况、及地下水位标高，人工挖土按 1: 0.67 放坡。基坑（槽）底部开挖宽度根据基础或结构的形式决定。混凝土基础或垫层需支模者，每边增加工作面 0.3m，基坑（槽）和管沟的土方完成后排干积水和清底后，及时进行下一工序的施工。设备基础模板由侧板和端头板制成后，先在基槽底弹出基础边线和中心线，再把侧板和端头板对准边线和中心线，用水平尺校正侧板顶面水平，经检测无误差后，用斜撑、水平撑及拉撑钉牢。当设备基础高超过 750mm 时，在基础中沿长度方向每 900mm 加设 $\Phi 16$ 螺栓，中间加塑料套管进行拉固，同时要注意防止沿基础通长方向，模板上口不直，宽度不够，下口陷入混凝土内，拆模时上段混凝土缺损，底部钉模不牢的现象。砼供应商采用搅拌车将工程所需的砼由搅拌站运送至现场，砼浇捣前对模板浇水湿润，对模板内的杂物和钢筋上的油污等应清理干净。每组设备基础混凝土务必一次性完成浇筑，不留设施工缝。浇筑混凝土时，一般分层高度为插入式振动器作用部分长度的 1.25 倍，最大不超过 500mm。砼终凝后，派专人对砼表面进行浇水养护。回填施工开始时必须在混凝土或砂浆达到设计强度后才能进行，防止建筑物倾复。回填分层分段，交接处填成阶梯形，每层互相搭接，其搭接长度不少于每层填土厚度的两倍，上下错缝距离不少于 1.0m。设备基础部分采用人工填土，每层厚度为 150mm，采用打夯机打夯“一夯压半夯，夯排三次”。

（2）光缆电缆沟施工

采用小型机械进行挖沟，光缆沟沟底开挖宽 50cm，深 60cm，沟底处理平整无碎石。开挖土方堆置于沟一侧，表土集中存放在明安图观测基地表土场，生土分层堆放期间采取了人工拍实。光缆电缆采取直埋敷设，布放时在统一指挥下各组抬起沿沟向前移动，保证整条光缆安全地抬至沟边后逐段放入沟底。敷设后

光缆的弯曲半径应不小于光缆外径的 15 倍，施工过程中不应小于 20 倍。回填时先回填 10cm 厚的细沙或碎土，回填时派人下沟踩缆，防止回填土将光缆拱起，沟内有积水时，为防止光缆成漂浮状态可将光缆压入沟底填土，第一层细土填完后，采取人工踏平，每填 30cm 踏平一次，回填土高于地面 10cm，表土覆于最上层。

2.3 工程占地

项目建设期占地面积为 21.10hm²，其中永久占地 17.02hm²，临时占地 4.08hm²，占地类型为草地，工程占用土地情况详见表 2-7。

表 2-7 工程占用土地情况表 单位：hm²

建设区	合计	占地类型	占地性质		
		草地	永久占地	临时占地	
明安图观测基地	塔基及施工区	3.80	3.80	3.80	
	光、电缆沟	0.61	0.61	0.61	
	配电室	0.01	0.01	0.01	
	施工场地	10.35	10.35	10.35	
	未扰动区	2.25	2.25	2.25	
	小计	17.02	17.02	17.02	
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基		0.113	0.113	0.003	0.11
基地外光缆和电缆线路		3.97	3.97		3.97
合计		21.10	21.10	17.02	4.08

2.4 土石方平衡

(1) 表土量

根据实地踏勘和进行表土剖面测量，项目区表土层覆盖厚度 25cm 左右，项目建设过程中对基地内天线杆基础开挖区及周边施工扰动强度较大的区域进行了表土剥离，剥离面积共计 2.66hm²，剥离厚度 25cm，共计剥离表土量 6655m³，基地外电缆沟开挖区进行了剥离表土，剥离面积共计 0.5hm²，剥离厚度 25cm，共计剥离表土量 1250m³。表土集中存放在基地南侧围栏边 4925m³，占地 0.58hm²，存放在基地内部空地 2980 m³，占地 0.35hm²。施工结束后，表土全部回覆于施工扰动区，覆土厚度 25cm 左右。

(2) 土石方量

本项目建设期共动用土石方量为29928m³，其中挖方14964m³，填方14964m³，无弃方。其中剥离表土7905m³，施工结束后回覆表土7905m³。

表土平衡见表2-8，土石方量及平衡见表2-9，土石方平衡及流向见图2-1、表土流向图见图2-2。

表2-8 表土平衡表 单位： m³

序号	名称	土石方总量	挖方	填方	调入	来源	调出	去向
(1)	塔基表土剥离	6650	6650				6650	(2)
(2)	塔基施工区表土回覆	6650		6650	6650	(1)		
(3)	行星际闪烁监测仪 伺服机房表土剥离	5	5				5	(4)
(4)	行星际闪烁监测仪 伺服机房施工场地	5		5	5	(3)		
(5)	小计	13310	6655	6655	6655		6655	
(6)	基地外光缆和电缆线路表土剥离	2500	1250	1250				
(7)	合计	15810	7905	7905	6655		6655	

表2-9 土石方平衡表 单位： m³

序号	名称	土石方总量	挖方	填方	调入	来源	调出	去向
(1)	塔基及施工区表土剥离	6650	6650				6650	(2)
(2)	塔基施工区表土回覆	6650		6650	6650	(1)		
(3)	塔基基础	1708	1265	443			822	(8)
(4)	行星际闪烁监测仪 伺服机房表土剥离	5	5				5	(5)
(5)	行星际闪烁监测仪 伺服机房施工场地	5		5	5	(4)		
(6)	行星际闪烁监测仪 伺服机房基础	6	6				6	(8)
(7)	光缆沟	1350	750	600			150	(8)
(8)	塔基施工场地局部平整	978		978	978	(3)、(6)、(7)		
(9)	小计	17352	8676	8676	7633		7633	
(10)	基地外新建米波-十米波射电 日像仪塔基	123	88	35			53	(11)
(11)	施工区平整	53		53	53	(10)		
(12)	小计	176	88	88	53		53	
(13)	表土剥离及回覆	2500	1250	1250				
(14)	管沟开挖及回填	9900	4950	4950				
(15)	小计	12400	6200	6200				
(16)	合计	29928	14964	14964	7686		7686	

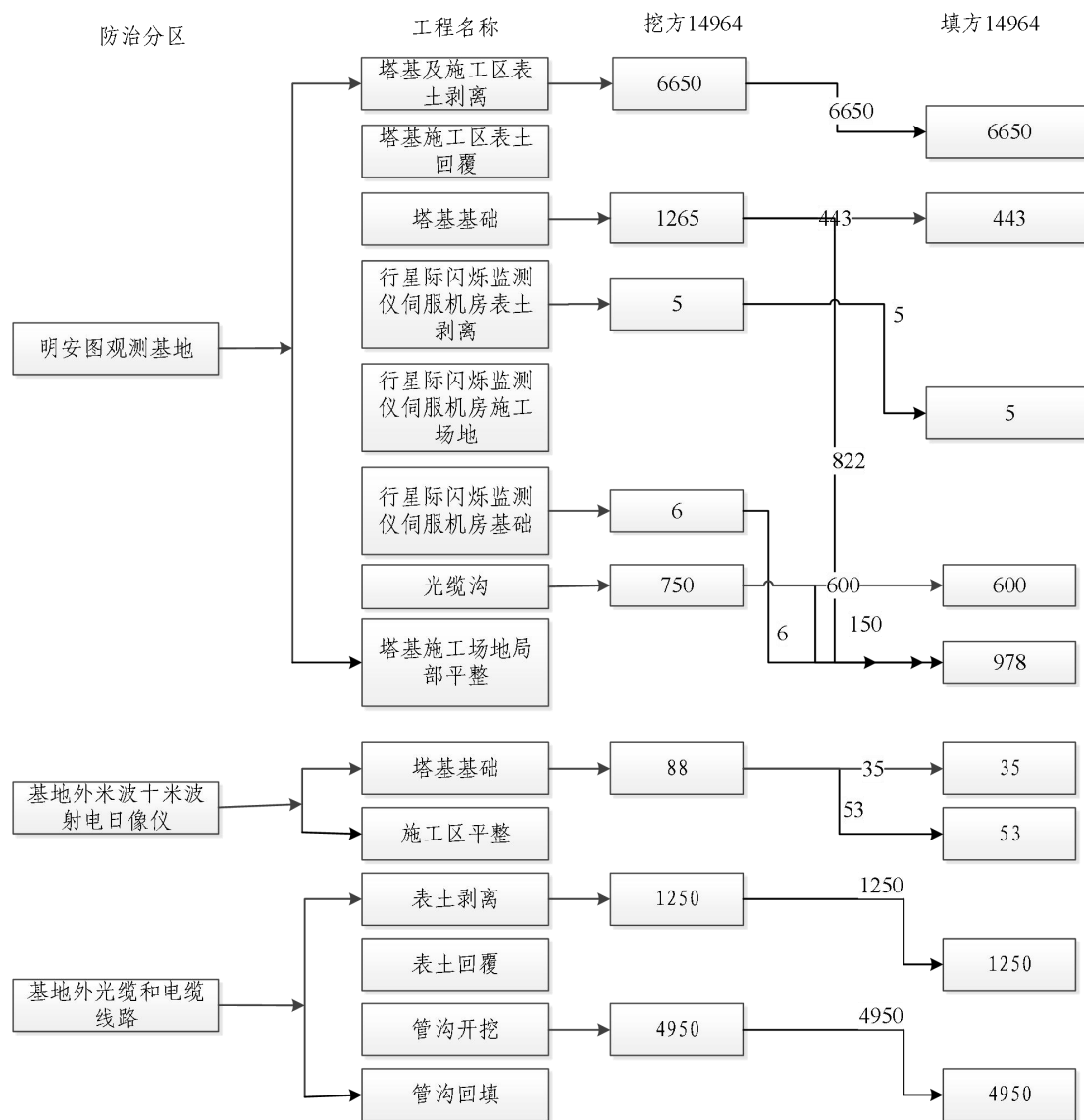


图 2-1 项目土石方平衡流向框图 单位: m³

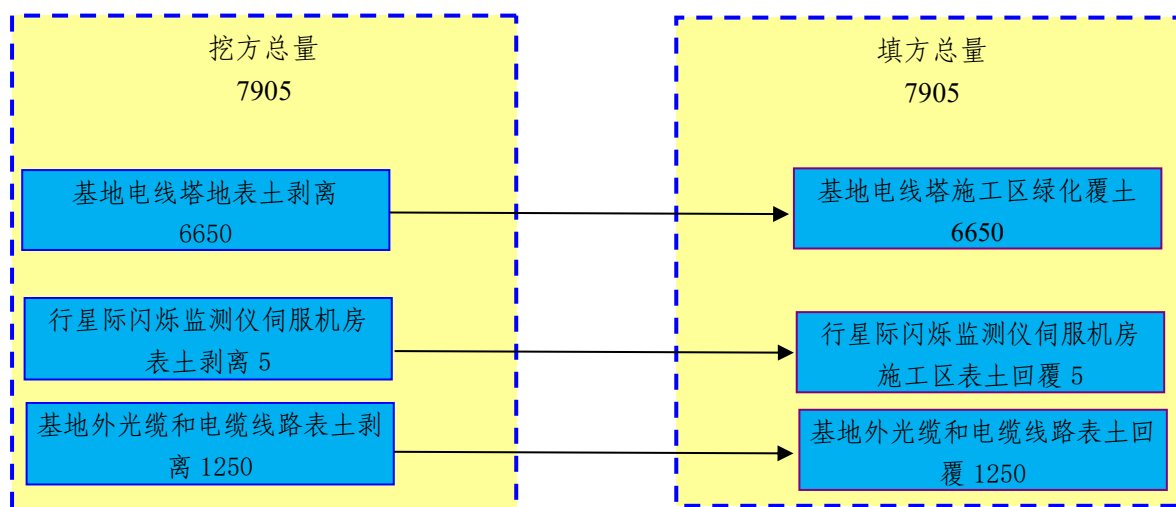


图 2-2 项目表土平衡流向框图 单位: m³

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

工程建设不涉及拆迁安置。

2.6 施工进度

本工程已于2021年8月开工建设，计划于2022年10月建成，工期15个月。目前，项目区天线杆塔基础土建施工已全部完成，基地内外光缆、电缆已敷设完成，6月初开始设备安装。

施工进度安排见图2-3。

图 2-3 主体工程施工进度横道图

序号	工程项目	2021					2022											
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	施工准备	■																
2	天线杆塔基础施工		■	■	■	■												
3	场地平整			■	■	■												
4	设备安装											■	■	■	■			
5	设备调试														■	■	■	
6	光缆电缆沟		■	■														
7	验收																	■

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

正镶白旗地处内蒙古草原的锡林郭勒盟西南部，浑善达克沙地南缘，地势呈南高北低，中部微隆起，海拔1050~1760 m。项目区地处正镶白旗南部，地貌类型属缓坡丘陵区，基地原地面标高1352-1360m，相对高差8m，周边地形平缓，整体东北高西南低。

2.7.2 地质

(1) 地质

项目区大地构造位置位于内蒙古地槽褶皱系温都尔庙-翁牛特旗加里东地槽

褶皱带多伦复背斜南缘与苏尼特右旗晚华力西地槽褶皱带哲斯-林西复向斜北缘结合部位。区域内出露的地层有：二叠系下统三面井组(P1sm)、额里图组(P1e)，侏罗系上统满克头鄂博组(J3mk)、玛尼吐组(J3mn)、白音高老组(J3b)，新近系上新统(N2)及第四系更新统(Qp)和全新统(Qh)。项目区内主要构造格架以北东—南西向为主，以断裂构造为主，褶皱微弱。

项目区无崩塌、滑坡、泥石流等不良地质现象，地下水埋藏浅，一般在地表下 10~30m。

(3) 地震

据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本区地震动峰值加速度为 0.05g，地震烈度为 6 度。

2.7.3 气象

项目区属中温带半干旱大陆性气候区。据正镶白旗气象站多年观测资料(1988年-2020年)，项目区多年平均气温 2.3℃，极端最高气温为 35.6℃(2008年)，最低气温为-36.8℃(2010年)，≥10℃的积温 1996.4℃；多年平均降水量 357.9mm，集中于 6月~9月，多年平均蒸发量 1965.4mm；多年平均风速 4.0m/s，主导风向以 W 风和 WNW 风为主，大风日数 72.2d；年日照时数 2892.7h；无霜期 112d，最大冻土深度 2.95m。项目区主要气象要素特征见表 2-10、表 2-11。

表 2-10 项目区气象特征表

序号	项目	单位	正镶白旗	备注
1	历年极端最高气温	℃	35.6	2008
2	历年极端最低气温	℃	-36.8	2010
3	多年平均气温	℃	2.3	1988~2020
4	多年平均蒸发量	mm	1965.4	1988~2018
5	≥10℃的积温	℃	1996.4	1988~2020
6	无霜期	天	112	1988~2020
7	年日照时数	h	2892.7	1988~2020
8	多年平均风速	m/s	4.0	1988~2020
9	最大风速	m/s	18	1983
10	大风日数	d	72.2	1988~2020
11	全年主导风向		W、WNW	1988~2020
12	多年平均降水量	mm	357.9	1988~2020
13	土壤最大冻结深度	m	2.95	1977
14	最大积雪深度	cm	37	2012

表 2-11 项目区逐月平均降水及平均风速表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降水量 (mm)	3.3	4.1	7.7	13.9	29.7	49.9	102.2	76.2	41.4	21.2	6.2	2.2	357.9
平均风速 (m/s)	3.7	3.8	4.2	5.2	4.9	4.2	3.6	3.3	3.6	3.9	4.1	4.0	4.0

2.7.4 水文

正镶白旗属内蒙古高原水文地质区，全旗没有长年流水，大部分属于季节性时令小河。根据多年来年均降水量等值线和气象资料，全旗平均径流总量 2000 万 m^3 。地下水资源量为 10924 万 m^3 ，其中可开采量 5207.89 万 m^3 。项目区地处内陆河流域，区内没有明显的地表水体，其沟谷平时为干沟，属季节性河流，只有在雨季，融雪季节才有水流通过，仅在暴雨后沟谷出现短暂洪流。

本项目区地下水主要为第四系冲洪积松散层孔隙水和基岩孔隙裂水。孔隙潜水主要为近代河谷冲积砂砾卵石孔隙潜水，主要补给来源为大气降水，沿河段地下水埋深较浅。裂隙潜水的形成与岩石的硬度和裂隙发育程度密切相关，脆性岩石受断裂或褶皱的影响而裂隙发育，水赋存条件好。本项目所经区域为孔隙裂隙承压自流水主要分布区，地下水埋藏浅，一般在地表下 10~30m，承压自流水比较丰富，水质好、可达饮用水标准。

项目及周边区域水系详见项目区水系图。

2.7.5 土壤

项目区土壤类型以栗钙土为主，成土母质多为第四系黄土，状粉土粉质黏土，白垩纪砂岩、砾岩。其中黄土状粉土层厚 1.5m~4.4m、粉质黏土层厚 0.7m~4.0m、砂岩层厚 2.1m~20.8m、砾岩层厚 3.7m~17.6m。

栗钙土类土体厚度 40cm~120cm，表土层厚 25cm 左右，有机质含量 20.9g/kg，pH 值 7.5~9，土壤缺磷、富钾、少氮。

2.7.6 植被

项目区植被类型单一，为典型草原植被。植被主要建群种和优势种有克氏针茅、冰草、糙隐子草、冷蒿、小叶锦鸡儿等，在山体集水线上有少量白桦、山杨等，林草覆盖度 35% 左右，草群高度 5~30cm。人工植被主要有以杨树、旱柳、

红柳、云杉、油松、樟子松、柠条、沙棘、苜蓿、草木樨、冰草、披碱草、沙打旺等。经过长期的自然选择和人工栽培，上述物种在当地均长势良好。

2.7.7 其他

项目区不涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地、草原保护核心区、生态红线区等。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址水土保持评价

根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中关于工程选址水土保持限制和约束性规定进行分析，本方案对项目选址的水土保持制约因素和约束性规定作了排查，并给出了评价结论，详见表3-1。

表 3-1 主体工程选址水土保持评价表

相关法律法规的要求	本工程情况	评价结论
禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖沙、采石等可能造成水土流失的活动。	不在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区	符合
处于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区内可能严重影响水质的开发建设项目，以及对水功能二级区的饮用水源区水质有影响的开发建设项目	不处于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区内，以及水功能二级区的饮用水源区	符合
生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区。	项目位于阴山东南部自治区级水土流失重点治理区	无法避让，施工过程中通过优化施工工艺，减少地表扰动强度，加强临时防护，施工结束后及时采取水土保持防护措施，提高防治标准，可控制和减小因工程建设产生的水土流失。
主体工程选址（线）应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	项目不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	符合
主体工程选址（线）应避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	项目未占用全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区和国家确定的水土保持长期定位观测站	符合

主体工程选址位于阴山东南部自治区级水土流失重点治理区，并处于水土流失严重、生态环境脆弱的地区，因此，一是应提高水土流失防治标准，水土流失防治标准采用北方风沙区一级标准，在确定防治目标值时，水土流失治理度提高2个百分点、土壤流失控制比调整到1.0、林草覆盖率提高2个百分点、表土保护率参考北方土石山区95%，施工过程中严格控制了扰动地表和植被损坏范围、减少工程占地、加强工程管理，有效控制可能造成水土流失；二是应提高防护工程等级，严格按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）认真落实各项水土保持措施，尽快恢复生态功能，以弥补工程施工造成的不利影响。从水土保持角度分析，通过采取

以上措施，可减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失，因此工程选址基本可行。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

本工程建设区包括明安图观测基地、基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基、基地外光缆和电缆线路。明安图观测基地选址坚持节约集约用地原则，与当地国土空间规划/土地利用总体规划和城市、镇总体规划相衔接，通过多个方案的比选，最终确定选择本方案，拟征地全部用于建设射电天文监测设备，室内接收机、数据存储和处理、观测室、进站道路、供水、供电、通讯等均利用内蒙古明安图观测站已建成的设施，不再建设配套基础设施。施工生产生活区布置在基地内空地，施工区布置在天线杆塔基周边，布局紧凑合理，平面布局上尽可能地减少占用、破坏土地及植被面积。竖向布置上结合地面标高，立足于尽量减少土石方量，只在天线杆塔基开挖施工扰动强度较大的区域进行局部平整，达到挖填平衡，雨水排水可结合地形进行自然散排，满足水土保持要求。

项目区不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜區、地质公园、森林公园、重要湿地等敏感保护区。

综上所述，主体工程总体布局较为合理，总体规划最大的满足了工艺流程合理、交通运输方便、节约国土资源、控制建设投资、降低运行费用以及提高经济效益的要求，处理好场内与场外、生产与生活、生产与施工的关系，结合基地所在地的区域规划。平面布置进行了充分优化，充分利用了场地，节约了土地资源。因此，满足水土保持的要求。

3.2.2 工程占地评价

本工程总占地 21.10hm²，其中基地占地 17.02hm²，基地外光缆和电缆线路占地 4.08hm²。基地用地范围永久占地面积已取得自治区自然资源厅的用地批复，永久占地既能保证能够放置所有的天线和天线阵列，又可保证观测天文目标时互相不遮挡观测视场，保证每天 6 个小时的观测时效要求，所有的天线阵列布局紧凑、功能分区明确，通过对天线阵列的优化设计，最大限度地与现有用地合理衔

接,达到集约节约合理用地的目的。基地外光缆和电缆线路基本沿既有线路铺设,且光缆和电缆同沟敷设,最大程度地节约了占地。进基地道路、供水、供电、通讯线路均利用明安图观测站已建成设施。天线杆塔基施工场地全部设置在基地内杆塔周边,施工生产生活区、临时堆土区、施工便道等施工场地均设置在基地内空地。工程充分利用现有场地和生产、交通、生活设施,减少新征用地面积,不存在漏项且满足施工要求,符合水土保持要求。从占地面积分析,本工程永久占地 17.02hm²,占地面积符合行业用地标准,扰动面积较小。工程临时占地面积 4.08hm²,临时占地规划合理,无多占乱占地,且能满足施工要求。

从占地类型分析,全部为草地,没有占用生产力较高的农耕地和饲草料基地,符合“多占劣地、少占好地,多占荒地、少占耕地”的国家土地利用的相关政策法规,也符合水土保持要求。

从占地性质分析,施工结束后除天线杆塔和建筑物占地外,其余用地施工结束后能够重新恢复为草地,对土地仅为短期影响,不会根本上改变土地利用类型,施工结束后可通过水土流失治理措施恢复其原有功能,符合水土保持要求。

3.2.3 土石方平衡分析评价

(1) 土石方平衡评价

本工程土地工程已全部完成,根据实地踏勘和对工程土石方挖、填方量统计分析,本项目建设期共动用土石方量为 29928m³,其中挖方 14964m³,填方 14964m³,无弃方。

明安图观测基地:天线杆塔基、行星际闪烁监测仪伺服机房表土剥离共计 6655m³,后期全部用于施工区表土回覆。天线杆塔基基础开挖 1265 m³,基础回填 443m³,剩余 822m³调至施工区场地平整。行星际闪烁监测仪伺服机房基础开挖 6 m³,全部调至施工区场地平整。光缆电缆沟开挖 750m³,回填 600m³,剩余 150m³调至施工区场地平整。挖填土方充分得到了利用,避免产生弃方,满足水土保持要求。施工过程中剥离的表土一部分集中存放在基地南侧围栏边,另一部分集中存放在基地内空地,杆基开挖土存放在杆塔基基础边。

基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基:基础开挖土方共计 88m³,基础回填土方 31m³,剩余土方覆在塔基施工区进行平整。

基地外光缆和电缆线路：剥离表土 1250m³，施工结束后全部回覆至管沟开挖区；光缆电缆沟开挖 4950m³，用于管沟回填，多余方在管沟侧施工场地进行平整。

从工程土石方调运来看，填筑土料首先考虑充分利用开挖土料，挖方也得到充分利用，表土进行表土回覆利用，减少了占地和对地面的扰动及植被的破坏，有利于防治水土流失，从水土保持的角度分析，符合水土保持的要求。

从工程土石方总体平衡来看，挖方得到充分利用，不设专门的弃土场，满足水土保持要求。从水土保持的角度分析，工程挖方得到了充分利用，工程土石方流向明确，减少了取弃土场占地和对地面的扰动及植被的破坏，有利于防治水土流失，符合水土保持的要求。

(2) 表土剥离评价

按照水土保持的要求，表层腐殖土是重要的土壤资源，需充分利用。根据现场调查，明安图观测基地表土层厚度25cm左右，工程施工时对施工开挖和扰动强度较大的区域进行了表土剥离，共剥离表土面积3.16hm²，剥离厚度25cm，剥离表土量7905m³。表土得到了充分的保护和利用，满足水土保持要求。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

本工程不设置取土（石、料）场，工程建设所需的碎石、沙子、砼等建筑材料全部外购，购买时选择当地具有合法经营手续的供应单位，采购时要在采购合同中明确各自的水土流失防治责任，各材料供应单位负责其自身生产造成的水土流失，并进行综合治理。

3.2.5 弃土（石、砂）场设置评价

本工程土方量挖填平衡，未设置弃渣（土）场。

3.2.6 施工方法与工艺评价

(1) 施工组织评价

主体工程在施工前，成立施工总指挥部，并合理布置施工场地，制定有效施工方案、施工工期以及施工时序等，保证工程的顺利实施。施工过程中，每处天线杆塔基设置 1 处施工场地，其占地面积满足施工活动的需要，布置紧凑，节约

用地，方便施工和管理，基地内杆塔基分散式分布，不便设置专门的施工便道，利用杆塔周边空地，基地外施工便道利用明安图观测站已建成的进站道路，可以满足水土保持要求。

工程已于 2021 年 8 月开工，计划于 2022 年 10 月建成，总工期 15 个月，目前，土建工程已全部完成，6 月开始设备安装。施工进度安排较为紧凑合理，在满足工程施工需要的同时，安排交叉施工，尽量缩短施工工期和地表的裸露时间，尽量减少施工过程中的水土流失，因此，工期安排比较合理，满足水保要求。

从施工时序上看，工程在施工准备期先进行进场准备，杆塔基基础施工与场地平整施工时序同步进行，这样既有利于土方的就近调动，又可缩短运距，减少运输过程中的水土流失，减少了二次开挖和搬运，施工时序满足水土保持的要求。

(2) 主体工程施工方法及施工工艺的评价

杆塔基、基地外电缆沟施工前在基础开挖前，先利用机械对表层熟土进行剥离，剥离厚度 25cm，集中堆放于基地南侧围栏边和场内空地，堆存期间采取密目网苫盖。基础开挖土堆放在基坑外围，由于堆放时间短，采取了人工拍实，光缆电缆沟开挖表土与生土分层堆放，表土置于底层，堆放期间采取了人工拍实，场地平整采用移挖作填方式平整，平整以机械为主，人工配合机械对零星场地或边角区进行平整。施工时随挖、随运即碾压，减少零星堆土。施工工艺基本符合水土保持的要求。

本项目在基地施工过程中，本着“节约用地、保护土地和植被资源”的原则，严格控制施工扰动范围，并尽量避开植被良好区；根据项目区气候特点，合理安排施工时序，尽量缩短工期，进而减少地表裸露时间；工程建设所需要建筑材料全部采用外购，合同中已明确水土流失防治责任由卖方承担。以上均满足水土保持要求。但主体工程设计中缺乏临时堆土的临时防护措施，临时占地的植被恢复措施等，本方案进行补充设计。

主体工程设计中提出：在工程施工过程中，各施工区域严格控制在征地范围内，减小了施工扰动范围；尽量避开暴雨或大风天气施工，无法避开时采取了裸露地表苫盖临时防护措施；在大风季节施工时应随挖、随运、随填、随压，尽量减少地表裸露时间；对临时堆土及料场加工采取集中堆放，扰动区裸露地表采取了密目网苫盖。因此，主体工程设计中提出的工程施工基本满足水土保持要求。

3.2.7 主体工程中具有水土保持功能工程的评价

①明安图观测基地

根据实地查勘，主体工程施工前对天线杆塔基础开挖区域和施工扰动强度较大的区域进行了表土剥离，集中堆放在基地南侧围栏边和基地内空地，施工过程中采取了密目网苫盖防护，主体工程设计土建工程结束后，表土全部回覆至施工扰动区，部分区域已实施了表土回覆和土地整治，满足表土剥离保护利用的要求。施工过程中基坑开挖土在基坑外侧进行存放，采取了人工拍实。光缆电缆沟熟土和生土采取分层堆放，开挖方堆在管沟一侧，采取人工拍实措施，满足水土保持要求。为有效防止风蚀，裸露地表实施了密目网苫盖防护。这些措施的设计和实施有效控制和防治了工程建设造成的新增水土流失，但主体工程未考虑施工结束后的施工区及其他空地的种草措施和防治风力侵蚀的有效措施，本方案进行补充设计人工种草、软管灌溉和空心砖植草护坡措施。

②基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基

施工结束后，采取了土地整治措施，为后续种草措施提供了良好的土壤条件，满足水土保持要求。但主体未考虑施工施工区的植被恢复措施，不满足水土保持要求，方案进行补充设计。

③基地外光缆电缆线路

主体工程在施工前进行了表土剥离并集中存放在基地内的表土堆放区，堆存期间采取了密目网苫盖措施，满足水土保持要求。开挖土采取了人工拍实措施，施工结束后表土覆于表层，并进行了土地整治，为后续人工种草提供了良好的土壤条件，满足水土保持要求。但主体未考虑施工结束后扰动区的植被恢复措施，不满足水土保持要求，需要本方案进行补充设计。

本项目水土保持措施分析及评价结果详见表3-2。

表 3-2 水土保持措施分析及评价结果表

分区	主体工程设计和已实施的水土保持工程		方案补充完善的措施
	主体工程设计和已实施的内容	问题与不足	
明安图观测基地	表土剥离、覆土整治, 表土密目网苫盖, 基础回填土、光缆电缆沟开挖土人工拍实, 裸露地表密目网苫盖	缺乏施工场地边坡防护措施和植被恢复措施。	工程措施: 空地砖护坡、软管灌溉 植物措施: 人工种草
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	土地整治	缺乏植被恢复措施	植物措施: 人工种草
基地外光缆电缆线路	表土剥离、光缆电缆沟开挖土人工拍实、覆土整治	缺乏光缆电缆沟扰动区施工结束后的植被恢复措施。	植物措施: 人工种草

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

主体工程设计和已采取的防护措施起到了预防和防治水土流失的作用, 具有一定的水土保持功能。根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018), 将表土剥离、表土回覆、土地整治、表土密目网苫盖、回填土人工拍实、光缆电缆沟开挖土人工拍实、裸露地表密目网苫盖界定为水土保持工程, 将其纳入水土流失防治措施体系。

(1) 明安图观测基地

①表土剥离

经实地查勘, 主体工程在天线杆塔基础施工前, 先实施了表土剥离措施, 剥离面积 2.66hm², 剥离厚度 0.25m, 共剥离表土量 6655m³。

②覆土整治

主体设计施工结束后, 表土全部回覆至施工扰动区, 并采取土地整治, 设计绿化覆土总面积 2.61hm², 回覆表土量 6655 m³, 土地整治面积 4.36hm²。目前, 已实施土地整治面积 3.27hm², 覆表土面积 1.6hm², 覆表土 3993m³。

③表土密目网苫盖

施工期间, 表土单独存放在基地南侧围栏边和基地内空地, 并采用了密目网苫盖, 其中基地南侧围栏边表土堆放区密目网 7492m², 基地内空地地表土堆放区用密目网 4560 m²。

④回填土堆放区人工拍实

施工过程中，基坑开挖土临时存放在基坑外围，因存放时间短，堆土采取了人工拍实防护，人工拍实土方 1271 m³。

⑤光缆电缆沟

施工期间，开挖土方采取了人工拍实，拍实方 750 m³。

(2) 基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基

塔基施工结束后，采取了土地整治措施，整治面积 0.11hm²。

(3) 基地外光缆电缆线路

施工期间，开挖土方采取了人工拍实，拍实方 4950 m³。

主体工程中界定为水土保持措施的工程量及投资情况见表3-3。

表 3-3 界定为水土保持措施工程量及投资表

分区	实施进度	措施	工程量				水土保持投资 (万元)
			表土 (m ³)	土地整治 (hm ²)	密目网 (m ²)	人工拍 实(m ³)	
明安图观测基地	已实施	表土剥离	6650				5.48
		绿化覆土	3993				2.11
		土地整治		3.27			3.74
		表土临时防护			12052		7.81
		回填土临时防护				1271	2.55
		光电电缆沟人工拍实				750	1.51
	裸露地表苫盖			22500		14.58	
	未实施	绿化覆土	2662				1.40
		土地整治		1.09			1.25
	小计	13305	4.36	34552	2021	40.43	
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	已实施	土地整治		0.113			0.13
基地外光缆和电缆线路	已实施	表土剥离	1250				1.03
		覆土整治	1250	3.97			5.20
		开挖土人工拍实				4950	9.95
		小计	2500	3.97		4950	16.18
合计			15805	8.443	34552	6971	56.74

4 水土流失分析与预测

空间环境地基综合监测网（子午工程二期）明安图观测基地所在区域生态环境脆弱，本项目的建设，对区域植被及土壤产生损毁和扰动，造成人为水土流失，从而加剧区域内水土流失的发生与发展。根据主体工程总体布局及各施工单元施工特点，合理调查与预测工程建设过程中发生的水土流失类型、强度、空间分布、新增水土流失量，以及客观评价其造成的危害等，以便为本项目水土保持措施总体布设和单项治理措施设计、水土保持监测提供依据。

4.1 水土流失现状

（1）项目所在区域水土流失现状

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号）和《内蒙古自治区人民政府关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（内政发〔2016〕44号），项目所在地正镶白旗属于阴山东南部自治区级水土流失重点治理区。依据《土壤侵蚀分类分级标准》。依据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190—2007），结合项目区所处区域属锡林郭勒草原区，确定项目区容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据2011年《第一次全国水利普查内蒙古自治区水土保持情况公报》成果，结合实地调查确定项目区水土流失类型为以水力侵蚀为主，风水复合侵蚀区。正镶白旗水土流失现状详见表4-1。

表 4-1 锡林郭勒盟正镶白旗水土流失现状表

名称	类型	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	合计
正镶白旗	水力侵蚀	855.85	197.86	20.05	0.93		1074.69
	风力侵蚀	3811.56	198.80	10.17	89.37	530.33	4640.23

（2）项目区水土流失现状

根据行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），结合《第一次全国水利普查内蒙古自治区水土保持情况公报》和外业实地调查情况，项目区水土流失类型以风力侵蚀为主，土壤侵蚀强度属轻度，风蚀模数为 $2000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水蚀模数为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 工程建设与生产对水土流失的影响

项目在建设过程中，因电线杆塔基础开挖回填、施工区场地平整、光线电缆沟开挖回填，土料临时堆放，施工车辆、人员踩踏、碾压，造成土、石方移动，人为扰动地面，在大风和降雨的作用下，诱发、加剧了新的水土流失，因而造成项目区水土流失的原因既有自然因素又有人为因素。

(1) 自然因素

工程建设中造成水土流失的自然因素主要为侵蚀外营力和下垫面。侵蚀外营力主要包括风力、水力和重力三种，项目区以风力和水力为主；下垫面主要有地形地貌、土壤物质组成和结构、植被盖度等。

① 风力

风力是造成土壤风蚀的主要动力。风力的大小直接影响下垫面物质的运动和沉积，它的搬运能力取决于风速和历时。项目区多年平均风速 4.0m/s，大风构成了风力侵蚀的动力源。

② 降水

高强度、短历时的降水是导致土壤水力侵蚀的直接动力。项目区多年平均降水量为 357.9mm，降水特点是：降水集中、常以短历时暴雨的形式出现，降雨主要集中在 6-9 月份，为工程建设形成人工堆垫地貌的水力侵蚀提供了外营力。

③ 下垫面

土壤：项目所在区主要地带性土壤类型为栗钙土，质地为砂壤土，养分含量低，结构较松散、抗蚀能力差，是土壤风蚀丰富的物质来源。

植被：项目区植被类型为典型草原植被，植被覆盖度 35%左右，大部分草场草群组成低矮、稀疏，具有一定的抗侵蚀力。但由于本工程建设将破坏原地表的植被，使土壤抗蚀性能力下降，加剧原地表的土壤侵蚀。

(2) 人为因素

根据本工程建设特点，影响水土流失因素中人为因素即工程建设期各种施工活动，如基础开挖及回填、建筑材料堆放、施工机械碾压等活动，破坏扰动区的生态系统平衡及土壤侵蚀力与抗侵蚀力之间的平衡，改变了建设区域的地形地貌，破坏了水土资源和植被，如果不采取防治措施，人为因素对地貌的再塑最终

将导致水土流失的加剧。植被恢复期植物措施尚未完全发挥作用，仍有少量水土流失。人为因素造成的地表抗侵蚀力降低主要体现在以下三个方面：

① 原生植被受到扰动和破坏，地表裸露

项目挖、填土及施工机械的碾压和人员践踏，使得植被遭到破坏，地表裸露，植被对土壤的覆盖保护作用 and 根系固土作用丧失。

② 土壤表层松散性增大

由于项目建设，大量的松散表土发生运移，重新堆积，植被遭破坏，土壤水分散失，土体的机械组成混杂，丧失了原地表土壤的抗蚀能力。

③ 地形地貌的变化

项目在建设过程中，如基础开挖、场地平整、堆垫、填筑等形成表土疏松裸露，在一定程度上增加了发生风蚀与水蚀的可能性。

4.2.2 扰动地表及损毁植被面积预测

根据主体工程建设情况，结合实地勘测调查，本项目建设期总占地面积 21.10hm²，扰动地表面积为 18.84hm²，损坏植被面积为 18.84hm²。详见表 4-2。

表 4-2 扰动地表、损毁植被面积统计表 单位：hm²

预测区域	扰动地表面积	损毁植被面积	占地面积
			草地
明安图观测基地	14.76	14.76	14.76
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	0.11	0.11	0.11
基地外光缆和电缆线路	3.97	3.97	3.97
合计	18.84	18.84	18.84

4.3.3 废弃土（石）量预测

根据工程土石方挖、填方量统计分析，本项目建设期共动用土石方量为 29928m³，其中挖方 14964m³，填方 14964m³，无弃方。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

本项目基地中的配电室于 2008 年建成，本次建设不进行施工扰动，基地内另

有2.25hm²用地不扰动，因此，水土流失预测面积不进行预测，故施工期水土流失预测面积为18.84hm²，自然恢复期水土流失预测面积为18.79hm²。根据性质、分布、施工活动对土体和植被的扰动、破坏程度，按地形地貌、扰动方式、扰动后地表的物质分为明安图观测基地、基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基、基地外光缆和电缆线路3个一级预测单元，根据施工扰动类型分为一般扰动地表型、工程堆积体、工程开挖面3个二级预测单元，根据上方来水情况和植被扰动情况划分三级预测单元。

表 4-3 施工期各预测单元面积情况表 单位：hm²

预测单元		二级预测单元	三级预测单元	施工期 水土流失面积(hm ²)
明安图观测基地	塔基基础	工程开挖面	上方无来水	0.05
	基础施工区	一般扰动地表区	地表翻扰型	3.00
		工程堆积体	上方无来水	0.75
	光、电缆沟	工程开挖面	上方无来水	0.61
	施工场地	一般扰动地表区	地表翻扰型	9.42
		工程堆积体	上方无来水	0.93
小计				14.76
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基		工程开挖面	上方无来水	0.11
基地外光缆和电缆线路		工程开挖面	上方无来水	3.97
合计				18.84

表 4-4 自然恢复期各预测单元面积情况表 单位：hm²

预测单元		二级预测单元	三级预测单元	自然恢复期 水土流失面积(hm ²)
明安图观测基地	基础施工区	一般扰动地表区	植被破坏型	3.75
	光、电缆沟	一般扰动地表区	植被破坏型	0.61
	施工场地	一般扰动地表区	植被破坏型	10.35
	小计			14.71
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基		一般扰动地表区	植被破坏型	0.11
基地外光缆和电缆线路		一般扰动地表区	植被破坏型	3.97
合计				18.79

4.3.2 预测时段

本项目属建设类项目，根据项目建设性质、工程建设内容、施工进度安排，水土流失预测时段划分为施工期（含施工准备期）和自然恢复期。

(1) 施工期

本工程建设相对比较集中，如：场地平整、杆塔基础开挖及回填等活动，破坏了建设区原有地貌和植被，扰动了土体结构，致使土体抗蚀能力降低，原地貌水土流失加剧。依据工程施工组织和时序安排，每项工程按施工过程中产生水土流失最大不利施工时间考虑，施工期预测时段为 15 个月。同时考虑各施工区可能造成水土流失最大不利因素，确定不同施工单元预测时段。根据工程进度安排和当地气候特点，水力侵蚀主要发生在 6-9 月，风力侵蚀主要发生在每年的 3-5、10-12 月。侵蚀时段达到雨（风）季时段长度的按全年计，未达到雨（风）季时段长度的按占雨（风）季时段比例计。

（2）自然恢复期

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），本工程地处半干旱地区〔《中国气候区划名称与代码气候带和气候大区》GB/T17297-1998，中温带亚干旱气候大区（12C）〕，自然恢复期预测时段取 5 年。

工程完工后，不存在新的破坏和开挖，自然恢复期的水土流失仅是施工期的延续。随着植被的逐步恢复，水土流失强度和侵蚀量逐步降低和减少。根据项目区土壤和气候条件，天然植物恢复或表土形成相对稳定的结构并发挥水土保持功效约需 5 年左右，因此确定本项目自然恢复期为 5 年。

表 4-5 水土流失预测单元及时段统计表 单位：年

预测单元	施工时间	施工准备及施工期 (2021 年 8 月-2022 年 10 月)		自然恢复期	
		水力侵蚀 (a)	风力侵蚀 (a)		
明安图 观测基 地	塔基基础	2021.8-2021.12	0.5	0.4	
	基础施工区	2021.8-2022.10	1.5	1.25	5
	光、电缆沟	2021.9-2021.10	0.25	0.1	5
	施工场地	2021.8-2022.10	1.5	1.25	5
基地外新建米波-十米波射电日 像仪塔基	2021.9-2021.10	0.25	0.1	5	5
基地外光缆和电缆线路	2021.9-2021.10	0.25	0.1	5	5

4.3.3 土壤侵蚀模数

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）规定，结合项目施工工艺，确定本工程施工期水力作用下土壤流失类型有上方无来水工程堆积体、上方无来水开挖面、地表翻扰型一般扰动地表型 3 种类型，风力作用下的土壤流失类型有一般扰动地表、风力作用工程堆积体 2 种类型。自然恢复期水蚀土

壤流失类型按植被破坏型一般扰动地表型表进行计算,风蚀土壤流失类型按一般扰动地表计算。

1) 水力作用工程堆积体

各工程区的开挖土方临时堆放及表土临时堆放区域,施工期该区域可按照工程堆积体上方无来水土壤流失量公式计算;自然恢复期该部分可参照一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀量测算。其中上方无来水土壤流失量公式如下:

$$M_{dw}=100 \cdot X \cdot R \cdot G_{dw} \cdot L_{dw} \cdot S_{dw} \cdot A$$

式中:

M_{dw} ——上方无来水工程堆积体测算单元土壤侵蚀模数, $t/(km^2 \cdot a)$;

X ——工程堆积体形态因子, 无量纲;

R ——降雨侵蚀力因子, $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$

G_{dw} ——上方无来水工程堆积体土石质因子, $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$;

L_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

S_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡度因子, 无量纲;

A ——计算单元的水平投影面积, hm^2 。

根据上式计算, 工程堆积体上方无来水土壤侵蚀模数计算详见表 4-6。

表 4-6 上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数计算表 单位: $[t/(km^2 \cdot a)]$

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	工程堆积体	M_{dw}	$M_{dw}=100 \cdot X \cdot R \cdot G_{dw} \cdot L_{dw} \cdot S_{dw}$	3486
1.1	工程堆积体形态因子	X		0.92
1.2	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067p_n^{1.627}$	813.2
	多年平均降水量	p_n		357.9
1.3	工程堆积体土石质因子	G_{dw}	$G_{dw}=a_1 e^{b_1 \delta}$	0.02
	侵蚀面土体砾石含量	δ		0.2
	土石质因子系数	a_1		0.046
		b_1		-3.379
1.4	堆积体坡长因子	L_{dw}	$L_{dw}=(\lambda/5)^{f_1}$	1.12
	坡长(m)	λ		6
	坡长因子系数	f_1		0.632
1.5	堆积体坡度因子	S_{dw}	$S_{dw}=(\theta/25)^{d_1}$	2.08
	坡度($^\circ$)	θ		45
	坡度因子系数	d_1		1.245

2) 水力作用工程开挖面

边坡开挖区域周边布设有截排水沟,因此该区域施工期土壤侵蚀模数可按照上方无来水工程开挖面土壤流失量公式计算;自然恢复期可参照一般扰动区域地表翻扰型土壤侵蚀公式测算。上方无来水工程开挖面公式如下:

$$M_{kw}=100 \cdot R \cdot G_{kw} \cdot L_{kw} \cdot S_{kw} \cdot A$$

式中:

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面测算单元土壤侵蚀模数, $t/(km^2 \cdot a)$;

G_{kw} ——上方无来水工程开挖面土质因子, 无量纲;

L_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡度因子, 无量纲;

A ——计算单元的水平投影面积, hm^2 。

根据上式计算, 上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数计算详见表 4-7。

表 4-7 上方无来水开挖面土壤侵蚀模数计算表 单位: $[t/(km^2 \cdot a)]$

项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
工程开挖面	M_{kw}	$M_{kw}=100 \cdot R \cdot G_{kw} \cdot L_{kw} \cdot S_{kw} \cdot A$	3169
降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067p_n^{1.627}$	813.2
多年平均降水量	p_n		357.9
工程开挖面土质因子	G_{kw}	$G_{kw}=0.004e^{4.28SIL(1-CLA)/\rho}$	0.044
土体密度	ρ		1.32
粉粒(0.002~0.05mm)含量	SIL		0.8
粘粒(<0.002mm)含量	CLA		0.08
开挖面坡长因子	L_{kw}	$L_{dw}=(\lambda/5)^{-0.57}$	1.23
坡长(m)	λ		3.5
开挖面坡度因子	S_{kw}	$S_{kw}=0.8\sin\theta+0.38$	0.72
坡度(°)	θ		25
计算单元的水平投影面积	A		1

3) 水力作用一般扰动地表区

①一般扰动地表区地表翻扰型, 土壤侵蚀模数可按照下式计算:

$$M_{yd}=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot B \cdot E \cdot T$$

$$K_{yd}=N \cdot K$$

式中:

M_{yd} ——地表翻扰型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数, $t/(km^2 \cdot a)$;

R ——降雨侵蚀力因子, $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$;

K_{yd} ——地表翻扰后土壤可蚀性因子, $t \cdot hm^2 \cdot h/(hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$;

N ——地表翻扰后可蚀性因子增大系数。

根据上式计算, 一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数详见根据上式计

算，一般地表翻扰型土壤侵蚀模数详见 4-7。自然恢复期可参照一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀公式测算。

②一般扰动地表区的植被破坏型，按照下式计算：

$$M=100 \cdot R K L_y \cdot S_y \cdot B E T A$$

式中：

M——植被破坏型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数，t/(km²·a)；

R——降雨侵蚀力因子，MJ·mm/(hm²·h)；

按照年降水量公式计算： $R_n = 0.0673 p_n^{1.627}$ ；

K——土壤可蚀性因子，t·hm²·h/(hm²·MJ·mm)；

L_y——一般扰动地表坡长因子，无量纲；

S_y——一般扰动地表坡度因子，无量纲；

B——植被覆盖因子，无量纲；

E——工程措施因子，无量纲；

T——耕作措施因子，无量纲；

A——计算单元的水平投影面积，hm²。

自然恢复期不同年份土壤侵蚀模数计算参照本公式，综合考虑各项计算因子的变化情况予以确定。自然恢复期一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀模数计算详见表 4-8、4-9、4-10、4-11、4-12。

表 4-8 施工期一般扰动地表区地表翻扰型土壤侵蚀模数计算表 单位：[t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	地表翻扰型	M	$M=100 \cdot R K_{yd} L_y S_y B E T$	1851
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067 p_n^{1.627}$	813.2
	多年平均降水量	p _n		357.9
1.2	地表翻扰后土壤可蚀性因子	K _{yd}	$K_{yd}=NK$	0.03725
	可蚀性因子增大系数	N		2.5
	土壤可蚀性因子	K		0.0149
1.3	一般扰动地表坡长因子	L _y	$L_y = (\lambda/20)^m$	1.82
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos \theta$	89.66
	计算单元斜坡长度 (m)	λ _x		90
	坡度	θ (°)		5
	坡长指数	m		0.4
1.4	一般扰动地表坡度因子	S _y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$	0.973
	坡度 (°)	θ		5
	sinθ			0.087
	$e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}$			5.873
1.5	植被覆盖因子	B		0.345
1.6	工程措施因子	E		1
1.7	耕作措施因子	T		1

表 4-9 自然恢复期第 1 年一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀模数计算表 单位: [t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	植被破坏型	M	$M=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot BETA$	1509
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067 p_n^{1.627}$	813.2
	多年平均降水量	p_n		357.9
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0149
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	2.22
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos\theta$	98.48
	计算单元斜坡长度 (m)	λ_x		100
	坡度	θ (°)		10
	坡长指数	m		0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}]$	2.318
	坡度 (°)	θ (°)		10
	$\sin\theta$			0.174
	$e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}$			3.453
1.5	植被覆盖因子	B		0.242
1.6	工程措施因子	E		1
1.7	耕作措施因子	T		1
1.8	计算单元的水平投影面积	A		1

表 4-10 自然恢复期第 2 年一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀模数计算表 单位: [t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	植被破坏型	M	$M=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot BETA$	1247
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067 p_n^{1.627}$	813.2
	多年平均降水量	p_n		357.9
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0149
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	2.22
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos\theta$	98.48
	计算单元斜坡长度 (m)	λ_x		100
	坡度	θ (°)		10
	坡长指数	m		0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}]$	2.318
	坡度 (°)	θ (°)		10
	$\sin\theta$			0.174
	$e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}$			3.453
1.5	植被覆盖因子	B		0.2
1.6	工程措施因子	E		1
1.7	耕作措施因子	T		1
1.8	计算单元的水平投影面积	A		1

表 4-11 自然恢复期第 3 年一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀模数计算表 单位: [t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	植被破坏型	M	$M=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot BETA$	1060
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067 p_n^{1.627}$	813.2
	多年平均降水量	p_n		357.9
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0149
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	2.22
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos\theta$	98.48
	计算单元斜坡长度 (m)	λ_x		100
	坡度	$\theta (^{\circ})$		10
	坡长指数	m		0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}]$	2.318
	坡度 ($^{\circ}$)	$\theta (^{\circ})$		10
	$\sin\theta$			0.174
	$e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}$			3.453
1.5	植被覆盖因子	B		0.17
1.6	工程措施因子	E		1
1.7	耕作措施因子	T		1
1.8	计算单元的水平投影面积	A		1

表 4-12 自然恢复期第 4 年一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀模数计算表 单位: [t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	植被破坏型	M	$M=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot BETA$	873
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067 p_n^{1.627}$	813.2
	多年平均降水量	p_n		357.9
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0149
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	2.22
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos\theta$	98.48
	计算单元斜坡长度 (m)	λ_x		100
	坡度	$\theta (^{\circ})$		10
	坡长指数	m		0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}]$	2.318
	坡度 ($^{\circ}$)	$\theta (^{\circ})$		10
	$\sin\theta$			0.174
	$e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}$			3.453
1.5	植被覆盖因子	B		0.14
1.6	工程措施因子	E		1
1.7	耕作措施因子	T		1
1.8	计算单元的水平投影面积	A		1

表 4-13 自然恢复期第 5 年一般扰动区域植被破坏型土壤侵蚀模数计算表 单位: [t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	植被破坏型	M	$M=100 \cdot R \cdot K \cdot L_y \cdot S_y \cdot BETA$	505
1.1	降雨侵蚀力因子	R	$R=0.067 p_n^{1.627}$	813.2
	多年平均降水量	p_n		357.9
1.2	土壤可蚀性因子	K		0.0149
1.3	坡长因子	L_y	$L_y = (\lambda/20)^m$	2.22
	水平投影长度 (m)	λ	$\lambda = \lambda_x \cos \theta$	98.48
	计算单元斜坡长度 (m)	λ_x		100
	坡度	$\theta (^{\circ})$		10
	坡长指数	m		0.5
1.4	坡度因子	S_y	$S_y = -1.5 + 17 / [1 + e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}]$	2.318
	坡度 ($^{\circ}$)	$\theta (^{\circ})$		10
	$\sin \theta$			0.174
	$e^{(2.3 - 6.1 \sin \theta)}$			3.453
1.5	植被覆盖因子	B		0.081
1.6	工程措施因子	E		1
1.7	耕作措施因子	T		1
1.8	计算单元的水平投影面积	A		1

4) 风力作用工程堆积体

工程堆积体无风速观测资料, 按照下式计算:

$M_{fd4} = Q I H P A G_f$, 式中:

M_{fd4} ——县域气象站累年值气象资料工程堆积体计算单元风蚀量, t;

Q——计算当年单位面积风蚀率, t/km²;

I——粗糙干扰因子, 无量纲;

H——风力作用下工程堆积体高度因子, 无量纲;

P——风力作用下工程堆积体堆放方式因子, 无量纲;

A——计算单元的水平投影面积, km²。

G_f ——风蚀可蚀性因子, 无量纲;

根据上式计算, 风力作用下工程堆积体土壤侵蚀模数详见表 4-14, 自然恢复期参照风力作用一般扰动地表区, 综合考虑各项计算因子变化情况予以确定。

表 4-14 施工期风力作用工程堆积体土壤侵蚀模数计算表 单位: [t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	工程堆积体	M	$M_{fd4}=QIHPAG_f$	9448
1.1	风蚀率	Q	$Q=(u_m/1.3)^3((ETP-p)/ETP)x$	40035
1.2	粗糙干扰因子	I	$I=e^{-0.045v}$	0.64
	地表植被覆盖度和砾石盖度	v		10
1.3	工程堆积体高度因子	H	$H=0.38Ln(h)+2.75$	3.01
	堆积体高度	h		2.0
1.4	工程堆积体堆放方式因子	P		0.49
1.5	计算单元的水平投影面积	A		1
1.6	风蚀可蚀性因子	G _f		0.25

5) 风力作用一般扰动地表区

一般扰动地表区无风速观测资料, 按照下式计算:

$$M_{f4}=Q I J A G_f,$$

式中:

M_{f4} ——县域气象站累年值气象资料测算一般扰动地表计单元风蚀量, t;

Q——计算当年单位面积风蚀率, t/km²;

I——粗糙干扰因子, 无量纲;

J——地表物质紧密程度系数, 无量纲;

A——计算单元的水平投影面积, km²。

G_f——风蚀可蚀性因子, 无量纲;

根据上式计算, 风力作用下一般扰动地表区土壤侵蚀模数详见 4-13, 自然恢复期不同年份土壤侵蚀模数计算参照本公式, 综合考虑各项计算因子的变化情况予以确定。自然恢复期第一年一般扰动区域地表翻扰型土壤侵蚀模数计算详见表 4-15、4-16、4-17、4-18、4-19、4-20。

表 4-15 施工期风力作用下一般扰动地表区土壤侵蚀模数计算表 单位: [t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	一般扰动地表	M	$M_{f4}=QIJAG_f$	6789
1.1	风蚀率	Q	$Q=(u_m/1.3)^3((ETP-p)/ETP)x$	40035
1.2	粗糙干扰因子	I	$I=e^{-0.045v}$	0.51
	地表植被覆盖度和砾石盖度	v		15
1.3	地表物质紧实程度系数	J		1.33
1.4	计算单元的水平投影面积	A		1
1.5	风蚀可蚀性因子	G _f		0.25

表 4-16 自然恢复期第 1 年风力作用下一般扰动地表区土壤侵蚀模数计算表单位:t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	一般扰动地表	M	$M_{f4}=QIJAG_f$	5458
1.1	风蚀率	Q	$Q=(u_m/1.3)^3((ETP-p)/ETP)x$	40035
1.2	粗糙干扰因子	I	$I=e^{-0.045v}$	0.41
	地表植被覆盖度和砾石盖度	v		20
1.3	地表物质紧实程度系数	J		1.33
1.4	计算单元的水平投影面积	A		1
1.5	风蚀可蚀性因子	G _f		0.25

表 4-17 自然恢复期第 2 年风力作用下一般扰动地表区土壤侵蚀模数计算表 单位:t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	一般扰动地表	M	$M_{f4}=QIJAG_f$	4260
1.1	风蚀率	Q	$Q=(u_m/1.3)^3((ETP-p)/ETP)x$	40035
1.2	粗糙干扰因子	I	$I=e^{-0.045v}$	0.32
	地表植被覆盖度和砾石盖度	v		25
1.3	地表物质紧实程度系数	J		1.33
1.4	计算单元的水平投影面积	A		1
1.5	风蚀可蚀性因子	G _f		0.25

表 4-18 自然恢复期第 3 年风力作用下一般扰动地表区土壤侵蚀模数计算表 单位:t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	一般扰动地表	M	$M_{f4}=QIJAG_f$	3461
1.1	风蚀率	Q	$Q=(u_m/1.3)^3((ETP-p)/ETP)x$	40035
1.2	粗糙干扰因子	I	$I=e^{-0.045v}$	0.26
	地表植被覆盖度和砾石盖度	v		30
1.3	地表物质紧实程度系数	J		1.33
1.4	计算单元的水平投影面积	A		1
1.5	风蚀可蚀性因子	G _f		0.25

表 4-19 自然恢复期第 4 年风力作用下一般扰动地表区土壤侵蚀模数计算表 单位:t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	一般扰动地表	M	$M_{f4}=QIJAG_f$	2795
1.1	风蚀率	Q	$Q=(u_m/1.3)^3((ETP-p)/ETP)x$	40035
1.2	粗糙干扰因子	I	$I=e^{-0.045v}$	0.21
	地表植被覆盖度和砾石盖度	v		35
1.3	地表物质紧实程度系数	J		1.33
1.4	计算单元的水平投影面积	A		1
1.5	风蚀可蚀性因子	G _f		0.25

表 4-20 自然恢复期第 5 年风力作用下一般扰动地表区土壤侵蚀模数计算表 单位:t/(km²·a)]

序号	项目	因子	公式	土壤侵蚀模数
1	一般扰动地表	M	$M_{t4}=QIJAG_f$	1997
1.1	风蚀率	Q	$Q=(u_m/1.3)^3((ETP-p)/ETP)x$	40035
1.2	粗糙干扰因子	I	$I=e^{-0.045v}$	0.15
	地表植被覆盖度和砾石盖度	v		42
1.3	地表物质紧实程度系数	J		1.33
1.4	计算单元的水平投影面积	A		1
1.5	风蚀可蚀性因子	G _f		0.25

4.3.4 预测结果

在确定原地貌土壤侵蚀模数、扰动后地貌土壤侵蚀模数，水土流失面积及时段后计算得到工程建设的土壤流失量。

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n F_{ji} M_{ji} T_{ji}$$

式中：W-土壤流失量(t);

j-预测时段，j-1,2,即指施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段；

i-预测单元，i=1, 2, 3, ..., n-1, n;

F_{ji}-第 j 预测时段、第 i 预测单元的面积(km²);

M_{ji}-第 j 预测时段、第 i 预测单元的土壤侵蚀模数 (t/(km²·a));

T_{ji}-第 j 预测时段、第 i 预测单元的预测时段长(a)。

通过工程建设的土壤流失量及原地貌土壤流失量，求得新增水土流失总量。

新增水土流失量：W=W_s-W_f

W_f—原地貌现状土壤侵蚀量；W_s—工程建设中土壤总量。

按前述确定的土壤侵蚀强度值和水土流失面积，预测工程建设过程中共产生水土流失总量为6108.6t,原地貌水土流失量为2823.4t,新增水土流失量为3285.2t。详见表4-21、4-22、4-23。

表 4-21

施工期各防治区水土流失量表

预测单元			水力侵蚀				风力侵蚀				水土流失总量 (t)	原地貌水土流失量 (t)	新增水土流失量 (t)
			面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀年限 (a)	背景值 (t/km ² .a)	面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀年限 (a)	背景值 (t/km ² .a)			
明安图观测基地	塔基基础	工程开挖面	0.05	3169	0.50	500	0.05	6789	0.40	2000	2	1	1
	基础施工区	一般扰动地表区	3.00	1851	1.50	500	3.00	6789	1.25	2000	338	98	240
		工程堆积体	0.75	3486	1.50	500	0.75	9448	1.25	2000	128	24	104
	光、电缆沟	工程开挖面	0.61	3169	0.25	500	0.61	6789	0.10	2000	9	2	7
	施工场地	一般扰动地表区	9.42	1851	1.50	500	9.42	6789	1.25	2000	1061	306	755
		工程堆积体	0.93	3486	1.50	500	0.93	9448	1.25	2000	158	30	128
	小计			14.76				14.76			1696	461	1235
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基		工程开挖面	0.11	3169	0.25	500	0.11	6789	0.10	2000	1.6	0.4	1.2
基地外光缆和电缆线路		工程开挖面	3.97	3169	0.25	500	3.97	6789	0.10	2000	58	13	45
合计			18.84				18.84			1755.6	474.4	1281.2	

表 4-22

自然恢复期各防治区土壤侵蚀量表

预测单元		水力侵蚀							风力侵蚀							水土流失总量(t)	原地貌水土流失量(t)	新增水土流失量(t)
		面积 (hm ²)	侵蚀模数(t/km ² .a)					背景值 (t/km ² .a)	面积 (hm ²)	侵蚀模数(t/km ² .a)					背景值 (t/km ² .a)			
			第一年	第二年	第三年	第四年	第五年			第一年	第二年	第三年	第四年	第五年				
明安图观测基地	基础施工区	3.75	1509	1247	1060	873	505	500	3.75	545 8	426 0	346 1	279 5	199 7	2000	869	469	400
	光、电缆沟	0.61	1509	1247	1060	873	505	500	0.61	545 8	426 0	346 1	279 5	199 7	2000	141	76	65
	施工场地	10.35	1509	1247	1060	873	505	500	10.35	545 8	426 0	346 1	279 5	199 7	2000	239 8	129 4	110 4
	小计	14.71							14.71							340 8	183 9	156 9
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基		0.11	1509	1247	1060	873	505	500	0.11	545 8	426 0	346 1	279 5	199 7	2000	25	14	11
基地外光缆和电缆线路		3.97	1509	1247	1060	873	505	500	3.97	545 8	426 0	346 1	279 5	199 7	2000	920	496	424
合计		18.79							18.79							435 3	234 9	200 4

表4-23 项目区各预测单元水土流失量汇总表 单位: t

预测单元		水土流失总量 (t)			原地貌侵蚀量 (t)			新增水土流失量 (t)			占新增水土流失总量 (%)
		施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	施工期	自然恢复期	小计	
明安图观测基地	塔基基础	2		2	1		1	1	0	1	0.03
	基础施工区	466	869	1335	122	469	591	344	400	744	22.65
	光、电缆沟	9	141	150	2	76	78	7	65	72	2.19
	施工场地	1219	2398	3617	336	1294	1630	883	1104	1987	60.48
	小计	1696	3408	5104	461	1839	2300	1235	1569	2804	85.35
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基		1.6	25	26.6	0.4	14	14.4	1.2	11	12.2	0.37
基地外光缆和电缆线路		58	920	978	13	496	509	45	424	469	14.28
合计		1755.6	4353.0	6108.6	474.4	2349.0	2823.4	1281.2	2004.0	3285.2	100

4.4 水土流失危害分析

本项目所在地区为缓坡丘陵区,属典型草原植被类型区,植被覆盖度35%左右。由于工程建设,导致地表原生地貌与植被遭到破坏、扰动,造成新增水土流失显著提高,进而使一定区域内的生态环境迅速恶化,其危害主要表现在以下几方面:

(1) 增加区域水土流失量

工程建设时进行电线杆塔基础开挖、剥离表土、光缆电缆沟开挖、临时堆土等建设活动,使地表裸露、植被遭到破坏,形成人为堆垫和坑状地貌,失去其蓄水保土功能,土地抗蚀能力减弱,当受到雨点的打击、水流的冲刷或风力吹袭时,加速区域土壤侵蚀,增加人为水土流失量。

(2) 为扬尘天气提供物质资源

工程施工场地对土壤的扰动,破坏地表结皮、植被等,使地面变的疏松,而活化、疏松的沙土容易形成扬尘天气,在大风条件下,遭受破坏的地表如没有任何保护措施可为扬尘等天气的发生与发展起到推动作用。

(3) 风蚀沙化加剧、土地资源遭到破坏

本工程位于北方风沙区,由于工程建设活动,使原地表植被、结皮等遭到破坏和扰动后,遇到风力吹袭便可将下层松散土壤吹动,形成较强的风力侵蚀。工程建设如不采取行之有效的防护措施,土地资源将遭到破坏,促进土地沙化,降低土地生产力。

(4) 降低施工区及周边生态环境质量。若不采取治理措施,将使场区及周边土地风蚀沙化,直接影响周边地区植被的生长,使施工区及周边地区生态环境质量下降。

4.5 指导性意见

(1) 防治的重点时段与重点区域根据预测结果,施工期是水土流失预测的重点时段;明安图观测基地占地面积较大,且扰动频繁,产生的流失量最大,是产生水土流失的重点单元,需采取重点防治。

(2) 防治措施指导性意见:根据预测结果,重点时段与重点水土流失部位要进行重点防治。施工期要做好临时防护措施,施工结束后要对项目区扰动区进行及时恢复植被。

(3) 施工进度的指导性建议:根据主体工程进度和植物措施的施工季节,水土保持措施于2021年8月开始陆续实施,2023年完成全部水土保持措施。

(4) 水土保持监测工作的指导性意见:根据调查结果,工程施工期的新增水土流失较为突出,水土保持监测重点应放在施工期,主要加强对项目区裸露地等区域的监测。

表 4-24 水土流失预测结果综合分析与评价表

水土流失防治区	防治措施			防治工程实施进度	水土保持监测		
	工程措施	植物措施	临时措施		重点时段	监测内容	监测方法
明安图观测基地	√	√	√	2021年-2023年	施工期	扰动土地面积、水土流失防治责任范围、水土流失危害、措施落实情况、6项目目标达标情况等	巡查、调查为主;结合定位观测
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	√	√		2021年-2023年			
基地外光缆和电缆线路	√	√	√	2021年-2022年			

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 分区原则

本方案按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的规定，根据本项目工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等因素，结合项目区域自然环境状况进行水土流失防治分区。

- (1) 各分区之间具有显著差异性。
- (2) 各分区内造成水土流失的主导因子和防治措施相近或相似。
- (3) 一级分区应具有控制性、整体性、全局性，按地貌类型划分区。
- (4) 二级分区按工程组成及特点分区。

5.1.2 水土流失防治分区

由于项目区为一个地貌类型，本次防治分区按工程项目组成分为明安图观测基地防治区、基地外光缆和电缆线路工程防治区。

表 5-1 水土流失防治分区表

防治分区	防治责任范围 hm ²	水土流失特征	分区特征	重点防治区域	
缓坡丘陵 区	明安图观测 基地	17.02	水土流失主要发生在场平，基础开挖、地面设施基础开挖车辆运输、施工人员走动。	为独立的场地，占地及扰动类型一致，地貌类型相同	天线杆塔基 施工扰动区
	基地外新建 米波-十米 波射电日像 仪塔基	0.11	水土流失主要发生在基础开挖。	为独立的场地，占地及扰动类型一致，地貌类型相同	天线杆塔基 施工扰动区
	基地外光缆 和电缆线路	3.97	水土流失主要发生在光缆和电缆开挖、回填、施工人员走动。	属线性工程，施工期易引发水土流失	施工扰动区
合计	21.10				

5.2 措施总体布局

5.2.1 防治措施布设原则

本工程防治措施总体布局遵循“生态优先、绿色发展”的理念，结合工程建

设实际情况,做好水土保持措施与主体工程设计相互衔接,综合考虑工程建设时序,合理安排水保工程与主体工程建设之间的关系,树立人与自然和谐相处的理念,尊重自然规律,注重措施设计与周边景观相协调的原则。按照预防和治理相结合的原则,坚持局部与整体防治、单项防治措施与综合防治措施相协调、兼顾生态效益与经济效益,按分区进行措施总体布置。

5.2.2 防治措施体系

根据水土流失防治分区,在水土流失预测和分析评价主体工程设计的水土保持工程基础上,针对建设施工活动引发水土流失的特点和现状,采取有效的水土流失防治措施,把水土保持工程措施与植物措施有机结合起来,并把主体工程中的水土保持工程纳入水土流失防治措施体系中,合理确定水土保持措施的总体布局,以形成完整的、科学的水土保持防治体系。

明安图观测基地防治区:施工前,天线杆塔基础开挖区及施工扰动强度较大的施工区实施了表土剥离措施,单独存放在基地南侧围栏边和基地内部空地;施工过程中,表土堆放区采取了密目网苫盖防护,回填土堆放区采取了人工拍实,光缆电缆沟开挖土采取了人工拍实,扰动强度大的区域裸露地表采取了密目网苫盖措施;施工结束后,光缆电缆沟施工扰动区实施了土地整治,部分杆塔施工扰动区实施了覆土整治措施。方案补充设备安装施工扰动区绿化覆土和土地整治措施和种草措施,配套移动软管进行灌溉,行星闪烁监测仪装置区西、北侧空心砖护坡,未扰动区免耕补播措施。

基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基防治区:施工结束后,塔基基础施工区采取土地整治和人工种草。

基地外光缆和电缆线路防治区:施工前,电缆沟开挖区剥离了表土集中存放在明安图观测基地南侧围墙边的表土堆放区;施工过程中,光缆电缆沟开挖土采取了人工拍实;施工结束后,扰动区实施了覆土整治。方案补充施工扰动区人工种草措施。

水土流失防治措施体系见图 5-1。

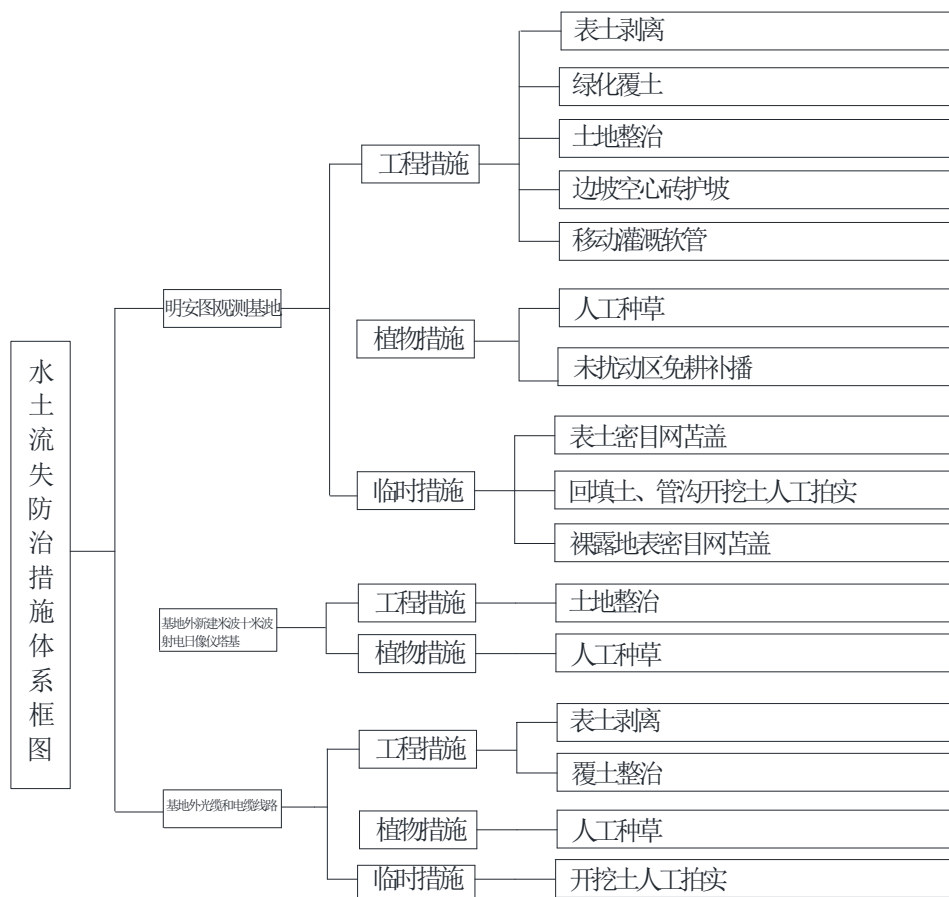


图 5-1 水土流失防治体系图

5.3 分区措施布设

5.3.1 设计标准

(1) 工程措施

土地整治工程：根据《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），本工程位于北方风沙区，考虑项目区表土厚度及施工条件等因素，表土剥离的厚度按 25cm，根据原占地类型、立地条件及环境绿化等需要，土地平整后表土回覆厚度按 25cm 的标准。

(2) 植物措施：按照《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），根据生态防护和环境保护要求，按林草工程标准执行，本工程地处锡林郭勒草原区，占地类型全部为草地，因此本方案采取人工种草的方式进行植被恢复。撒播草籽：草籽采用多草种混播，撒播密度按 90kg/hm²。

②绿化覆土

为了促进植物措施成活及生长,主体工程设计在施工结束后对杆塔基施工扰动区域进行表土回覆,覆土全部来源于明安图观测基地施工前的剥离表土,表土回覆面积 2.61hm²,覆土厚度 0.25-0.26m,共覆表土 6655m³。目前,已实施土地整治面积 3.27hm²,覆表土面积 1.6hm²,覆表土 3993m³。

表 5-3 表土回覆工程量调查统计表

序号	覆土位置	覆土面积 (m ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (m ³)	实施情况
1	明安图米波-十米波射电日像仪定标阵施工区	4784	0.26	1244	已实施
2	抛物面天线施工区	1856	0.26	483	已实施
3	行星际闪烁监测仪施工区	19451	0.25	4928	已实施 2266m ³
4	合计	26091		6655	

③土地整治

为改善施工迹地的理化性质,保证植被生长环境,施工扰动较大的区域采用机械土地整治方式,土地整治面积共 4.36hm²,其中杆塔基周边施工区土地整治面积 3.75hm²,光缆和电缆沟施工扰动区土地整治面积 0.61hm²。目前,杆塔基周边施工区已实施土地整治面积 2.66hm²,光缆和电缆沟施工扰动区已实施土地整治面积 0.61hm²。

④空心砖护坡

行星闪烁监测仪装置区北侧、西侧施工时形成了挖方边坡,长 1701m,边坡 1:1,平均高 1.2m,边坡采取空心砖植草护坡措施,空心砖为边长 25cm 六棱砖,厚 5cm,其中西侧护坡长 317m,北侧护坡长 1384m,防护面积为 0.16hm²,空心砖共计 10900 块。典型布设图详见附图 5-1、5-2。

⑤绿化灌溉

为提高基地内植物措施成活率和保存率,尽快且能长效发挥水土保持功能,并兼顾基地内电线杆塔基和光缆、电缆分布情况,方案设计绿化灌溉采取移动式软管进行灌溉,灌溉水源为基地内自建水源井。配套移动软管采用 PE25 型软管,长 5000m。

(2) 植物措施

立地条件: 主要土壤类型为栗钙土。

种草设计: 施工结束后,塔基施工区、光电缆沟、施工场地人工种草 14.55hm²,

草种为披碱草、冰草、紫花苜蓿，1: 1: 1 混播，披碱草 30kg/hm²、冰草 30kg/hm²、紫花苜蓿 30kg/hm²。未扰动区免耕种草 2.25hm²，草种为披碱草、冰草、紫花苜蓿，1: 1: 1 混播，披碱草 25kg/hm²、冰草 25kg/hm²、紫花苜蓿 25kg/hm²。边坡空心砖内植草 0.13hm²，草种为披碱草、冰草、紫花苜蓿，1: 1: 1 混播，披碱草 30kg/hm²、冰草 30kg/hm²、紫花苜蓿 30kg/hm²。

明安图观测基地人工种草设计技术指标见表 5-4。

表 5-4 明安图观测基地种草技术指标表

防治区	面积 (hm ²)	草树种	种植方式	种子规格	栽植密度 (kg/hm ²)	种植量 (kg)	播种形式	实施情况	
明安图观测基地	塔基施工区	披碱草	1:1: 1 混播	一级种	30	113	整地种草	未实施	
		冰草		一级种	30	113			
		紫花苜蓿		一级种	30	113			
	边坡空心砖内植草	0.13	披碱草	1:1: 1 混播	一级种	30	4	免耕种草	未实施
			冰草		一级种	30	4		
			紫花苜蓿		一级种	30	4		
	光、电缆沟	0.61	披碱草	1:1: 1 混播	一级种	30	18	整地种草	未实施
			冰草		一级种	30	18		
			紫花苜蓿		一级种	30	18		
	施工场地	10.19	披碱草	1:1: 1 混播	一级种	30	306	整地种草	未实施
			冰草		一级种	30	306		
			紫花苜蓿		一级种	30	306		
	未扰动区	2.25	披碱草	1:1: 1 混播	一级种	25	56	免耕补播	未实施
			冰草		一级种	25	56		
			紫花苜蓿		一级种	25	56		
	合计	16.93	披碱草				497		
			冰草				497		
			紫花苜蓿				497		

种草技术措施:

种子处理: 在播种以前，对种子用农药拌种或用杀虫剂、保水剂、抗旱剂对种子进行包衣处理，以预防种子传播病虫害和病虫对种子的危害。播种时，经处理的草籽与化肥按 1: 0.5 的比例拌合。

播种技术: 在施工结束后的第一个雨季撒播种子，为了撒播按 20 倍用种量掺土拌匀，以便于撒播。撒播草籽后稍镇压。

抚育管理: 播种后及苗期，视干旱情况用洒水车喷洒浇水，保证种子发芽和幼苗正

常生长所需的水分，待苗出齐后进入正常的管理。牧草播种第 2 年视缺苗断垄情况及时进行补播。

典型设计图见附图 5-3。

(3) 临时措施

①表土密目网苫盖

经实地查勘，基地共剥离表土 6655m³，其中存放在基地南侧围栏边 3675m³，占地 0.43hm²，存放在基地内部空地 2980 m³，占地 0.35hm²，另外基地外光缆和电缆线路表土剥离 1250 m³，存放在基地南侧围栏边，占地 0.15hm²。表土堆放边坡 1: 1，堆高 1.5m 左右，边坡顶部采用密目网苫盖防护措施，共用密目网 12052m²。

工程量表见表 5-5，典型设计图见附图 5-4。

②回填土人工拍实

工程施工过程，基础开挖土堆放在基坑周边，由于存放时间短，堆存期间采取了人工拍实的防护措施，人工拍实土方量 1271m³。

③光缆和电缆沟开挖土人工拍实

光缆和电缆沟施工时，开挖土存放在管沟一侧，堆土顶宽 0.4m，高度 0.8m，边坡 1: 0.5，占地宽 1.2m，堆土 750m³，鉴于施工期短，采取人工拍实措施，人工拍实土方 750m³。

④裸露地表密目网苫盖

土建工程施工结束后，施工开挖扰动区采取密目网苫盖，共用密目网 22500m²。

5.3.2.2 基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基防治区

(1) 工程措施

塔基施工结束后，施工扰动区实施了土地整治，采用机械土地整治方式，土地整治面积共 0.11hm²。

(2) 植物措施

立地条件：主要土壤类型为栗钙土。

种草设计：施工结束后，方案设计施工扰动区种草面积 0.11hm²，草种为披碱草、冰草、紫花苜蓿，1: 1: 1 混播，披碱草 30kg/hm²、冰草 30kg/hm²、紫花苜蓿 30kg/hm²。

种草设计技术指标见表 5-6。

表 5-6 基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基种草设计技术指标表

防治区	面积 (hm ²)	草树种	种植方式	种子规格	栽植密度 (kg/hm ²)	种植量 (kg)	实施情况
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	0.11	披碱草	1:1: 1 混播	一级种	30	3	未实施
		冰草		一级种	30	3	
		紫花苜蓿		一级种	30	3	

种草技术措施参照明安图观测基地。

典型措施设计图见附图 5-5。

5.3.2.3 基地外光缆和电缆线路防治区

(1) 工程措施

①表土剥离

电缆沟开挖时，先实施了表土剥离措施，经调查统计，表土剥离面积 0.5hm²，剥离厚度 25cm，共计剥离表土 1250m³，其中存放在基地南侧围栏边，占地 0.15hm²。

②覆土整治

电缆沟施工结束后，电缆沟开挖扰动区回覆了表土，覆土厚度 0.25m，覆土面积 0.5hm²，覆表土 1250m³。施工扰动区采用机械土地整治方式，土地整治面积共 3.97hm²。

(2) 植物措施

立地条件：工程主要土壤类型为栗钙土。

种草设计：施工结束后，方案设计施工扰动区种草面积 3.97hm²，草种为披碱草、冰草、紫花苜蓿，1: 1: 1 混播，披碱草 30kg/hm²、冰草 30kg/hm²、紫花苜蓿 30kg/hm²。

种草设计技术指标见表 5-7。

表 5-7 基地外光缆和电缆线路种草设计技术指标表

防治区	面积 (hm ²)	草树种	种植方式	种子规格	栽植密度 (kg/hm ²)	种植量 (kg)	实施情况
基地外光缆和电缆线路	3.97	披碱草	1:1: 1 混播	一级种	30	119	未实施
		冰草		一级种	30	119	
		紫花苜蓿		一级种	30	119	

种草技术措施参照明安图观测基地。

典型措施设计图见附图 5-6。

(3) 临时措施

根据实地踏勘和调查，施工过程中，光缆和电缆沟开挖土堆放在电缆沟一侧，堆土 4950m³，采取人工拍实方 4950m³。

5.3.4 水土保持防治措施及工程量

(1) 水土保持植物措施工程量

水土保持植物措施面积为 21.01hm²，植物措施工程量详见表 5-8。

(2) 水土保持工程措施工程量

水土保持工程措施主要包括：表土剥离、覆土整治、空心砖植草护坡、软管灌溉。水土保持工程措施工程量详见表 5-9。

(3) 水土保持临时措施工程量

水土保持临时措施工程量详见表 5-10。

表 5-8 水土保持植物措施工程量汇总表

防治区	绿化面积 (hm ²)	工程量		
		草 (kg)		
		披碱草	冰草	紫花苜蓿
明安图观测基地	16.93	497	497	497
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	0.11	3	3	3
基地外光缆和电缆线路	3.97	119	119	119
合计	21.01	619	619	619

表 5-9 水土保持工程措施工程量汇总表

防治区	措施名称	单位	数量	工程量				
				表土剥离 (m ³)	表土回覆 (m ³)	空心砖 (块)	土地整治 (hm ²)	PE25 给水 移动软管 (m)
明安图观测 基地	表土剥离	hm ²	3.80	6655				
	绿化覆土	hm ²	3.11		6655			
	土地整治	hm ²	3.75				3.75	
	光、电缆沟土地整治	hm ²	0.61				0.61	
	边坡空心砖护坡	hm ²	0.16			10900		
	灌溉设施	hm ²	16.93					5000
	合计			6655	6655	10900	4.36	5000
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	土地整治	hm ²	0.11				0.11	
基地外光缆和电缆线路	表土剥离	hm ²	0.5	1250				
	覆土整治	hm ²	3.97		1250		3.97	
	小计			1250	1250		3.97	
合计			7905	7905	10900	8.44	5000	

表5-10 水土保持临时措施工程量汇总表

防治分区	措施	密目网 (m ²)	人工拍实(m ³)
明安图观测基地	表土临时防护	12052	
	回填土临时防护		1271
	光、电缆沟开挖土人工拍实		750
	裸露地表苫盖	22500	
	小计	34552	2021
基地外光、 电缆沟	开挖土人工拍实		4950
合计		34552	6971

5.4 施工要求

5.4.1 施工方法

(1) 工程措施

土地整治：先清除表层块石、杂物等，再翻耕 100~200mm，要求整治后的地面坡度要均匀一致、且应满足植被生长要求；控制平整工作量，保持与周边微地形的一致性、协调性，避免产生较大翻土挖填；平整后的土地要尽量保持一定的肥力；宜选择机械化施工为主、人工为辅的翻土、碎土、配合施肥的土地整治方案。

空心砖护坡：植草砖护坡施工前应先清理坡面，坡面不应有树桩、有机质或废物人工砌筑植草砖，要求整齐、顺直、无凹凸不平现象。用橡皮锤轻敲表面，砖与结合层紧密结合牢固，随铺砌随检查缝格的顺直和砖面面层的平整度，控制在允许偏差范围内，铺好后的坡面第二天开始应适当洒水，养护3d，严禁人为踩踏，空心部分覆表土并混播披碱草及羊草。

(2) 植物措施

施工准备：现场踏勘，了解施工部位或现场环境条件，包括土壤、水源、运输和天然肥源等，熟悉各施工场地施工状况，按部就班进入施工作业面。对工程中使用的各类苗木，应进行实地考察，了解苗木数量、质量和运输条件，做好挖掘、包装和运输的最佳方案。落实苗木种植过程中所需的土基、绑扎材料以及劳动力、设备和材料的工作。种植前，对土壤肥力、pH 值等指标进行监测，以指导土壤改良，确保植物生长。

质量要求：水土保持种草的位置应符合各类草种所需要的立地条件，密度达到设计要求。

播种：采用机械与人工相结合的整地与施肥方法，人工播种、耙磨、平整压等，浇水。

5.4.2 进度安排

根据主体工程实施进度和水土保持措施的适宜实施季节，根据主体工程建设进度，同步安排水土保持措施，水土保持措施实施期为2021-2023年。水土保持措施分年度实施计划见表5-11，实施进度横道图5-2。

表 5-11 水土保持措施分年度实施表

防治分区	措施类型	防治措施	单位	工程 量	实施年度			
					2021	2022	2023	
明安图观 测基地	工程措施	表土剥离	m ³	6655	6655			
		绿化覆土	m ³	6655	3993	2662		
		土地整治	hm ²	4.36	3.27	1.09		
		边坡空心砖护坡	hm ²	0.16		0.16		
		移动软管灌溉	m	5000			5000	
	植物措施	塔基施工区种草	hm ²	3.75			3.75	
		光缆、电缆沟种草	hm ²	0.61			0.61	
		施工场地种草	hm ²	10.19			10.19	
		边坡空心砖内植草	hm ²	0.13			0.13	
		未扰动区免耕补播	hm ²	2.25			2.25	
	临时措施	表土密目网临时苫盖	m ²	12052	12052			
		回填土人工拍实	m ³	1271	1271			
		光缆、电缆沟开挖土人工拍实	m ³	750	750			
		裸露地表苫盖	m ²	22500	22500			
	基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	工程措施	土地整治	hm ²	0.11	0.11		
		植物措施	人工种草	hm ²	0.11			0.11
基地外光缆和电缆线路	工程措施	表土剥离	m ³	1250	1250			
		覆土整治	hm ²	3.97	3.97			
	植物措施	人工种草	hm ²	3.97			3.97	
	临时措施	开挖土人工拍实	m ³	4950	4950			

5-2

水土保持工程进度安排横道图

防治分区	措施类型	防治措施	2021					2022						2023											
			8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
明安图观测基地		主体工程	—————					—————																	
	工程措施	表土剥离	-----																						
		绿化覆土				-----									-----										
		土地整治				-----									-----										
		空心砖护坡													-----	-----									
		移动软管灌溉																							-----
	植物措施	塔基施工区种草																							-----
		光缆、电缆沟种草																							-----
		施工场地种草																							-----
	临时措施	表土密目网临时苫盖																						
		回填土人工拍实																						
		光缆、电缆沟开挖土人工拍实																						
		裸露地表苫盖																						
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基		主体工程	—————																						
	工程措施	土地整治				-----																			
	植物措施	人工种草																						-----	
基地外光缆和电缆线路		主体工程	—————																						
	工程措施	覆土整治				-----																			
	植物措施	人工种草																						-----	
	临时措施	开挖土人工拍实																						

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GBT 51240-2018）《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（水利部办公厅，办水保〔2020〕161号，2020年7月28日）相关规定，确定本工程水土保持监测范围是以水土流失防治责任范围为准，在结合项目水土流失特点、工程总体布局、水土流失调查结果，确定本项目水土保持监测范围总面积为21.10hm²。

根据对工程进行的水土流失调查，确定监测重点区域为明安图观测基地。

6.2.2 监测时段

本项目属于建设类项目，按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GBT 51240-2018）《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（水利部办公厅，办水保〔2020〕161号，2020年7月28日）的有关规定，监测时段从施工准备期起至设计水平年结束。本项目建设工期为2021年8月到2022年10月，设计水平年为2023年，因此确定监测时段2021年8月至设计水平年结束。对于2022年7月之前的水土流失情况开展补充监测工作。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GBT 51240-2018）《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（水利部办公厅，办水保〔2020〕161号，2020年7月28日）的要求，结合本项目的建设特点，监测内容主要包括水土流失自然影响因素、项目施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效及水土流失危害等方面。

（1）水土流失自然影响因素监测

主要包括气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素。

(2) 扰动土地情况监测

扰动土地情况的监测内容包括工程建设过程中对地表的扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况。

(3) 水土流失状况

- ①水土流失的类型、形式、面积、分布及强度；
- ②各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

(4) 水土流失防治成效

重点监测采取水土保持工程、植物和临时措施的位置、数量，以及实施水土保持措施前后的防治效果对比情况等。包括：

- ①植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；
- ②工程措施类型、数量、分布和完好程度；
- ③临时措施的类型、数量和分布；
- ④主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况；
- ⑤水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；
- ⑥水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

(5) 水土流失危害

- ①水土流失对主体工程造成的危害的方式、数量和程度；
- ②水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；
- ③对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线等重大工程造成的危害；
- ④生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害；
- ⑤对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况。

6.2.2 监测方法

根据水土保持监测内容和监测重点的要求，结合本项目实际情况，监测方法包括定位监测、调查监测、实地量测、巡查监测和遥感监测。

(1) 定位监测

①水蚀（简易观测场法）

在汛期选择侵蚀特征明显、地表环境相对稳定的坡面布设插钎小区，然后将

直径 0.5~1.0cm、长 50~100cm 的钢钎，（应通过油漆防腐处理），根据坡面面积分上中下、左中右纵横各 4 排 16 根布设。每次降雨后观测记录钢钎顶部露出坡面的高度，依据每次观测插钎高度变化情况，按以下公式计算侵蚀量。

$$W=\rho(zs/1000)$$

式中：w—土壤侵蚀量，t

ρ —小区土样密度，t/m³

z—土壤侵蚀厚度，mm

s—小区水平投影面积，m²

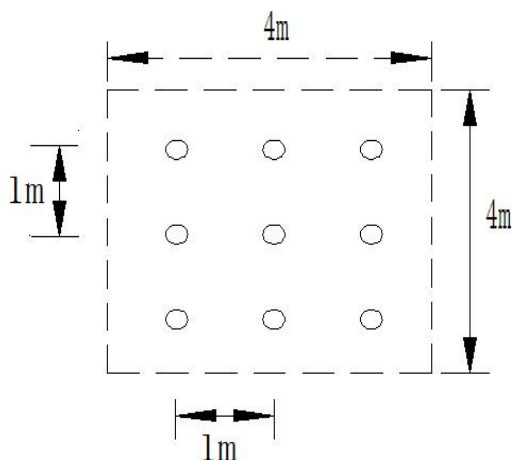


图 6-1 水蚀监测布点示意图

② 风蚀模数—插钎法

在选定的每个监测点，沿主风方向垂直方向布设 3 行插钎，行间距和插钎间距均为 2.0m，每个小区共布设 16 支插钎。如图 9-1。当风速大于等于起沙风速时，发生风蚀（积）现象，每 15 天量取插钎离地面的高度变化，大风后增测一次。

在每个监测点需配套设置风速风向自记仪，记录每天的地面风速资料，大风出现的时间、频次，整理统计监测年内各级起沙风的历时等。

风蚀模数计算公式如下：

$$M_s = 1000D_s r$$

其中：M_s—风蚀模数，t/km²·a；

D_s—年平均侵蚀厚度，mm/a；

r—土壤容重，g/cm³。

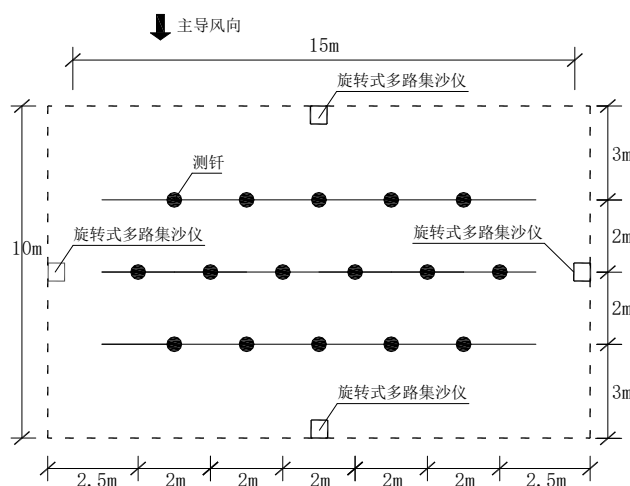


图 6-2 风蚀监测点示意图

(2) 调查监测

调查监测包括实地调查法、样方调查法。实地调查法对水土保持工程设计情况、水土保持管理情况和项目区背景值有关的指标,通过查阅主体工程设计资料,收集气象、水文、土壤、土地利用等资料,结合实地调查分析给各指标赋值;对水土流失危害监测涉及指标主要通过对项目区重点地段进行典型调查和对周边居民进行访谈调查,获取监测数据。样方调查法是对植被状况的监测采用样方法,样方投影面积为:人工种草 $1\text{m}\times 1\text{m}$,每一样方重复3次,记录测定方法、林草生长情况、成活率、植被恢复情况及植被盖度。

(3) 实地量测法:对防治责任范围、扰动地表面积、损坏水土保持设施面积采用GPS沿占地红线和扰动边界跟踪作业确定。

(4) 巡查监测法:对水土保持设施实施情况和水土流失危害隐患情况采用不定期巡查和观察法监测,并结合施工和监理资料,最终确定实施数量。

(5) 遥感监测

遥感监测内容应包括土壤侵蚀因子、土壤侵蚀状况、水土流失防治现状等,本项目遥感监测采用无人机或卫片影像,能够易于区分土地利用,植被覆盖度、水土保持措施、土壤侵蚀等类型、变化特征的遥感影像。利用遥感影像处理软件对影像进行校正、调色等处理,根据现场调查,建立解译标志,提取土地利用及植被覆盖度等信息,同时统计各类土地利用类型的面积,得到监测所需的各项数据,通过不同时期的影像对比,分析地形地貌变化、扰动地标情况及植被覆盖度变化等情况,动态监测项目区水土流失及水土保持情况。水土保持遥感监测工

作包括资料准备、遥感影像选择与预处理、解译标志建立、信息提取、野外验证、分析评价和成果资料管理等程序进行。

①资料准备

选择性地收集已有成果资料，至少包括项目区地形图、土地利用现状、地貌、土壤、植被、水文、气象、水土流失防治等资料。

②遥感影像的选取

应根据调查成果精度的要求，选择适宜的遥感影像空间分辨率。并选取易于区分土地利用、植被覆盖度、水土保持措施、土壤侵蚀等类型、变化特征的影像。

③遥感影像的预处理

水土保持遥感监测的影像应经过辐射校正、几何校正和必要的增强、合成、融合、镶嵌等预处理。

④解译标志的建立

遥感影像解译前，应根据监测内容、遥感影像分辨率、色调、几何特征、影像处理方法、外业调查等建立遥感解译标志。其内容应包括有知道意义的土地利用、植被覆盖度等土壤侵蚀因子，土壤侵蚀状况和水土流失防治状况的典型影像特征。

⑤信息提取

水土保持遥感监测信息提取包括土壤侵蚀因子、土壤侵蚀类型和水土保持措施等，可结合地面调查、野外解译标志建立等综合开展。

⑥野外验证

野外验证主要包括解译标志验证，信息提取成果验证，解译中的疑、难点及需要补充的解译标志验证，与现有资料对比有较大差异的解译成果验证等内容。

⑦分析评价和成果管理

根据侵蚀类型，选取合适的分析评价方法对监测成果进行合理性分析。并在遥感解译、野外验证工作完成后，应进行资料的整理和综合分析，并按对应的工作阶段形成文字报告，进行及时的归档。

(6) 调查资料分析

①项目区水土流失因子的监测。水土流失影响因子包括地质、地貌、气候、

土壤、植被、水文和土地利用等资料。故采用实地勘测、线路调查等方法对地形、地貌、水系的变化进行监测；采用设计资料分析，结合实地调查对土地扰动面积、程度和林草覆盖率进行监测。

②建设过程中的挖填方量及临时堆土量监测。建设过程中的挖填方量及临时堆土量监测采用详查法。通过查阅设计文件、实地测量和调，监测建设过程中的挖填方量及临时堆土量。

③水土保持设施监测。水土保持设施监测采用抽样调查的方法。对施工过程中破坏的水土保持设施数量进行调查和核实，并对新建水土保持设施的质量和运行情况采用随机抽样调查的方式进行监测。

④资料收集。向工程建设单位、设计单位、监理单位等收集有关工程资料，从中分析出对水土保持监测有用的数据。主要资料包括项目区地形图、土地利用现状图及主体工程设计文件；项目区土壤、植被、气象、水文、泥沙资料；监理、监督单位的月报及有关报表等。

⑤询问。通过访问群众，并走访当地水土保持工作人员和有关专家，了解和掌握工程建设造成的水土流失对当地和周边地区的影响。工程施工期，对施工区施工方式、临时水保措施、道路等进行现场巡查，雨季加强巡视次数，并做好记录，掌握各种可能出现的水土流失问题，及时处理，消除隐患。

6.2.3 监测频次

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GBT 51240-2018）对监测频率的要求，项目属建设类项目，具体监测频次要求：

（1）水土流失影响因素

地形地貌状况：整个监测期监测1次；地表物质：施工准备期和设计水平年各监测1次；植被状况：施工准备期前测定1次；气象因子：每月1次。

（2）地表扰动情况

在主体工程施工过程中，每1个月开展一次全面调查，详细记录各防治区扰动地表面积动态变化情况。

（3）临时堆土占地及堆土量监测：不少于每月监测记录一次，记录堆土场占地面积及堆土量等详细信息。

（4）水土流失状况

水土流失类型与形式在综合分析相关资料的基础上,实地调查确定,每年不应少于1次;水土流失面积监测采用普查法,每季度调查1次;土壤侵蚀强度施工前期和监测期末各1次,施工期每年1次。

(5) 水土流失防治成效

植物措施类型及面积每季度调查1次,记录治理措施面积、质量等详细信息。水土保持植物成活率、保存率及生长状况在栽植6个月后调查成活率,且每年调查1次保存率及生长状况。郁闭度与盖度每年在植被生长最茂盛的季节监测1次。

工程措施重点区域每月监测1次,整体状况每季度1次。

临时措施在查阅工程施工、监理等资料的基础上,实地调查,并拍摄照片或录像等影像资料。

(6) 水土流失危害

水土流失危害事件发生后1周内完成监测工作。

6.3 点位布设

根据工程建设的特点、工程布局、水土流失现状,建设期共布设地面定位监测点8处,其中明安图观测基地设1处水蚀监测点、1处风蚀监测点、1处工程措施监测点、1处植物措施监测点。基地外光缆和电缆线路设1处工程措施监测点、1处植物措施监测点。原地貌设1处水蚀监测点、1处风蚀监测点。

水土流失地面定位监测点布设情况见表6-1。

表 6-1 定位监测点布设情况表

监测点类型	所代表区域	位置	监测点形式	主要监测内容
植物措施	明安图观测基地	行星际闪烁监测仪施工区	实地调查法、样方调查法	措施面积、成活率、保存率
	基地外光缆和电缆线路	施工扰动区		
工程措施	明安图观测基地	行星际闪烁监测仪施工区	实地调查法、样方调查法	措施面积、工程质量、防护效果
	基地外光缆和电缆线路	施工扰动区		
水蚀强度	明安图观测基地	行星际闪烁监测仪施工区	插钎法	插钎侵蚀厚度
	原地貌			
风蚀强度	明安图观测基地	行星际闪烁监测仪施工区	插钎法	风蚀厚度 土壤干容重
	原地貌			

6.4 实施条件和成果

6.4.1 实施条件

依据本方案监测设计的监测内容及监测方法的要求,结合现场监测点布设情况,水土保持监测所需的设施、设备仪器、消耗性材料配备情况详见表6-2。

按上述监测内容和监测方法的要求,水土保持监测所需人员安排见表6-3。

表 6-2 水土保持监测仪器、设备及土建数量表

项目	仪器、设备、设施	单位	数量
地面观测设施	水蚀小区	个	3
	风蚀小区	个	3
耐用设备	土壤水分速测仪	台	1
	虹吸式自计雨量计	台	1
	雨量器	台	2
	蒸发皿	个	2
	1/1000 电子天平	台	1
	手持 GPS	部	1
	植被盖度测定仪	个	1
	红外测距仪	部	1
	钢尺	个	1
	游标卡尺	个	1
	坡度仪	个	1
	数码摄像机	台	1
	数码照相机	台	1
	无人机	台	1
消耗性设备	卷尺 50m	个	2
	卷尺 5m	个	5
	测钎	个	50
	标志绳	m	100
	标志牌	个	6
	遥感影像资料(分辨率 2m)	幅	4

表 6-3 监测人员安排表

监测内容		单位	数量	合计
外业工作	①监测查勘、调查②自然状况和社会经济调查 ③水土流失及水土保持现状调查	人	2	3
内业工作	①水土保持监测方案研究②资料分析及整理 ③监测报告编制④图件绘制		1	

6.4.2 监测成果

监测成果包括监测实施方案、记录表、水土保持监测意见、监测季度报告、监测年度报告、监测汇报材料、监测总结报告及相关图件、影像资料等。

(1) 监测实施方案：监测单位入场后，应及时向各级水行政主管部门报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》；

(2) 季度报表：施工期间，每季度的第一个月内报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告表》，同时提供相关影像资料；因降雨、大风或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后 1 周内报送有关情况；

(3) 水土保持监测总结报告应内容全面、数据真实、重点突出、结论客观。报告 包括以下内容：①建设项目及水土保持工作概况。包括项目建设概况、水土流失防治工 作概况及监测工作实施概况。②重点部位水土流失动态监测结果。包括防治责任范围监 测结果（包括水土保持防治责任范围、建设期扰动土地面积）、弃土监测结果（包括设计弃土情况、弃土场位置及占地面积监测结果、弃土量监测结果）。③水土流失防治措 施监测结果。包括工程措施及实施进度、植物措施及实施进度及临时措施实施进度。④ 土壤流失量分析。包括各阶段土壤流失量分析、各扰动土地类型土壤流失量分析。⑤水土流失防治效果监测结果。包括水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率及林草覆盖率。⑥结论。包括水土流失动态变化、水土保持措施评价、存在问题及建议、综合结论。

(4) 监测图件主要包括工程地理位置图、监测分区及监测点位分布图、水土流失防治责任范围图、工程建设前项目区水土流失现状图、水土保持措施布局图、工程竣工后项目区水土流失现状图等，作为监测成果报告的附图。

(5) 监测记录表格：包括水土保持巡查记录表、侵蚀沟调查记录表、临时用地调查记录表、水土保持工程措施调查表、水土保持植物措施调查表、简易观测场布设点记录表、降尘量观测记录表等相关表格。

(6) 影像资料包括照片集和影音资料。照片集应包含监测项目部和监测点照片。同一监测点每次监测应拍摄同一位置、角度照片不少于三张。照片应标注拍摄时间。

(7) 三色评价

生产建设项目水土保持监测三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土

流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。三色评价结论是生产建设单位落实参建单位责任、控制施工过程中水土流失的重要依据，也是各流域管理机构和地方各级水行政主管部门实施监管的重要依据。三色评价以水土保持方案确定防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。监测季报三色评价得分为本季度实际得分，监测总结报告三色评价得分为全部监测季报得分的平均值。

(8) “天地一体化”协同监测

自 2015 年起，水利部依托遥感卫星获取样地高分辨率遥感影像，配合现场调查复核的技术手段开展生产建设项目“天地一体化”协同监管。该方法具有实时性强、覆盖范围大、客观、精确、快速、高效等诸多优势。传统的人工监测技术手段覆盖范围小，巡查周期长，无法获取实时、准确的数据，且存在一定的安全隐患。方案建议本项目水土保持监测过程中充分借助高空卫星遥感影像解译、低空无人机遥感等技术手段获取第一手的监测实时数据。高空卫星遥感影像可分别采购施工准备期前、施工中（扰动面积达到最大时）、自然恢复期的遥感影像，并配合低空 RTK 无人机遥感、现场量测进行解译复核。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

(1) 本项目水土保持方案作为工程建设的一个重要内容，费用估算的编制依据、主要工程单价、费用计取等与主体工程一致，不能满足要求的部分，选用水土保持行业标准；

(2) 主要材料价格及工程措施单价与主体工程一致；

(3) 苗木、种籽价格依据当地市场价格水平确定；

(4) 本方案的价格水平年依据实际情况确定，即2022年第1季度；

(5) 已实施措施按实际完成投资计列。

7.1.1.1 编制依据

(1) 《内蒙古自治区建设工程费用定额》（DNM3-200-2017），内蒙古自治区住房和城乡建设厅、内蒙古自治区发展和改革委员会、内蒙古自治区财政厅，内建工〔2017〕611号；

(2) 《内蒙古自治区建筑工程预算定额》（DNM3-101-2017），内蒙古自治区住房和城乡建设厅，内建工〔2017〕558号；

(3) 《内蒙古自治区施工机械台班费用定额》（2017年版）；

(4) 《开发建设项目水土保持工程概（概算）编制规定》和《水土保持工程概算定额》（水利部水总〔2003〕67号）；

(5) 《关于印发<关于建筑业营业税改征增值税调整内蒙古自治区现行计价依据实施方案>的通知》（内建工〔2016〕136号）；

(6) 《关于调整内蒙古自治区建设工程计价依据增值税税率的通知》（内建工〔2018〕175号）；

(7) 《内蒙古自治区发展和改革委员会 财政厅 水利厅关于降低水土保持补偿费收费标准的通知》（内发改费字〔2019〕397号）；

(8) 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》(办财务函〔2019〕448号)。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制说明

(1) 基础单价编制

①人工估算单价

采用主体工程人工工资112.35元/日(不含机上人工费),折算工时预算单价为14.04元/工时。

②主要材料估算价格

工程措施材料采用主体工程材料估算价格;植物措施价格由当地市场价格加运杂费、采购及保管费组成。

③苗木草种价格

苗木、种子的预算价格按当地市场价格加运杂费和采购及保管费计算,采购及保管费率按运到工地价的2%计算。

④用电用水价格:

与主体工程一致,基建及绿化用水用不含税价格4.85元/m³,施工用电不含税价格为1.2元/Kw·h。

⑤施工机械台时费

采用水利部水总【2003】67号文发布的《施工机械台时费定额》计算,根据《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》(办财务函【2019】448号)施工机械台时费定额的折旧费除以1.13调整系数,修理及替换设备费除以1.09调整系数,安装拆卸费不变。

(2) 工程单价编制

根据主体工程采用的《内蒙古自治区建设工程费用定额》(DNM3-200-2017),工程措施和植物措施单价由直接费、间接费、利润和税金组成,直接费包括直接工程费和措施费。直接工程费包括人工费、材料费和机械使用费三项。

表 7-1 水土保持工程单价构成表

序号	取费名称	单位	费率		
			计算基础	工程措施	植物措施
一	直接费				
1	直接工程费				
(1)	人工费单价	元/工时		14.04	14.04
2	措施费	%	人工费	4.51	2.61
二	间接费	%			
(一)	规费	%	人工费	21	21
(二)	企业管理费	%	人工费	10	18
三	企业利润	%	人工费	8	12
四	税金	%	直接费 + 间接费 + 利润	9	9
五	扩大	%	直接费 + 间接费 + 利润 + 税金	10	10

(3) 水土保持工程估算编制

① 工程措施

工程措施估算按设计工程量乘以工程单价进行编制。

② 植物措施

植物措施费由苗木和种子等材料费、种植费以及补植补种费组成。材料费由苗木和种子的预算价格乘以数量进行编制；种植费单价按《水土保持工程概(估)算定额》进行编制；补植补种费按种植费和苗木种子费的20%计算。

③ 临时工程费

临时防护工程费按设计工程量乘以单价编制，其它临时工程费按第一部分工程措施和第二部分植物措施投资的2.0%计取。

④ 独立费用

建设单位管理费：按方案新增投资第一至第三部分之和的2%计算，与主体工程建设和管理费合并使用；

勘测设计费：按实际合同金额计列；

水土保持监理费：根据实际工作量需求，结合监理合同计列；

水土保持监测费：根据实际工作量需求，结合监测合同计列；

水土保持设施验收费：根据实际工作量需求，结合验收报告编制合同计列。

⑤ 基本预备费

按新增水土保持的工程措施、植物措施、临时工程和其他费用之和的6%计

取。

⑥水土保持补偿费

水土保持补偿费征收依据《内蒙古自治区发展和改革委员会 财政厅 水利厅关于降低水土保持补偿费收费标准的通知》（内发改费字〔2019〕397号）进行计列，本工程共占地面积 21.10hm²，按征收计算标准为 1.7 元/m²，本工程水土保持补偿费为 35.87 万元。

表 7-2 水土保持补偿费计算表

建设区	占用土地类型及面积 (hm ²)	补偿费征收标准(元/m ²)	补偿费(万元)
	建设用地		
明安图观测基地	17.02	1.7	28.934
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	0.11	1.7	0.187
基地外光缆和电缆线路	3.97	1.7	6.749
合计	21.10		35.870

7.1.2.2 估算成果

(1) 估算汇总

本工程水土保持工程估算总投资 171.40 万元，其中工程措施投资 31.51 万元，植物措施投资 15.17 万元，临时措施投资 37.33 万元，独立费用 43.85 万元（其中水土保持监测费 12.17 万元，水土保持监理费 8 万元），基本预备费 7.67 万元，水土保持补偿费 35.87 万元。总投资估算见表 7-3。

表 7-3 水土保持措施投资总估算表 单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程 费	植物措施		设备 费	独立 费用	合计
			栽(种)植 费	苗木、种 子费			
第一部分 工程措施		31.51					31.51
一	明安图观测基地	25.15					25.15
二	基地外新建米波-十米波射 电日像仪塔基	0.13					0.13
三	基地外光缆和电缆线路	6.23					6.23
第二部分 植物措施			6.29	8.88			15.17
一	明安图观测基地		4.55	7.52			12.07
二	基地外新建米波-十米波射 电日像仪塔基		0.04	0.04			0.08
三	基地外光缆和电缆线路		1.70	1.32			3.02
第三部分 施工临时工程		37.33					37.33
一	临时工程	36.40					36.40
二	其它临时工程	0.93					0.93
第四部分 独立费用						43.85	43.85
一	建设管理费					1.68	1.68
二	工程建设监理费					8.00	8.00
三	勘测设计费					10.00	10.00
四	水土保持监测费					12.17	12.17
五	水土保持设施验收费					12.00	12.00
第一至四部分合计							127.86
基本预备费(6%)							7.67
静态总投资							135.53
水土保持补偿费							35.870
工程总投资							171.40

(2) 分区措施投资估算表

分区措施投资估算见表7-4、7-5、7-6。

表 7-4 分区（明安图观测基地）措施投资估算表

序号	工程名称及费用	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
第一部分 工程措施					25.15
一	表土剥离	m ³	6655		5.48
二	覆土整治				8.50
(一)	表土回覆	m ³	6655	5.28	3.51
(二)	场地整治	hm ²	4.36	11435	4.99
三	边坡空心砖防护	hm ²	0.16	604269	9.67
四	PE25 移动软管灌溉	m	5000	3	1.50
第二部分 植物措施					12.07
一	塔基施工区撒播种草				2.86
(1)	全面整地	hm ²	3.75	1569.18	0.59
(2)	撒播种草	hm ²	3.75	1718.70	0.64
(3)	披碱草	kg	113	35.00	0.40
(4)	冰草	kg	113	35.00	0.40
(5)	紫花苜蓿	kg	113	40.00	0.45
(6)	补植补种费	%	20.00	1.89	0.38
二	光、电缆沟撒播种草				0.45
(1)	全面整地	hm ²	0.61	1569.18	0.10
(2)	撒播种草	hm ²	0.61	1718.70	0.10
(3)	披碱草	kg	18	35.00	0.06
(4)	冰草	kg	18	35.00	0.06
(5)	紫花苜蓿	kg	18	40.00	0.07
(6)	补植补种费	%	20.00	0.29	0.06
三	施工场地撒播种草				7.70
(1)	全面整地	hm ²	10.19	1569.18	1.60
(2)	撒播种草	hm ²	10.19	1685.73	1.72
(3)	披碱草	kg	306	35.00	1.07
(4)	冰草	kg	306	35.00	1.07
(5)	紫花苜蓿	kg	306	40.00	1.22
(6)	补植补种费	%	20.00	5.08	1.02
四	未扰动区免耕补播				1.00
(1)	撒播种草	hm ²	2.25	1685.73	0.38
(2)	披碱草	kg	56	35.00	0.20
(3)	冰草	kg	56	35.00	0.20
(4)	紫花苜蓿	kg	56	40.00	0.22
五	边坡空心砖内植草				0.06
(1)	撒播种草	hm ²	0.13	1718.70	0.02
(2)	披碱草	kg	4	35.00	0.01
(3)	冰草	kg	4	35.00	0.01
(4)	紫花苜蓿	kg	4	40.00	0.02
第三部分 施工临时工程					27.19
一	临时工程				26.45
(一)	表土密目网苫盖	m ²	12052		7.81
(二)	回填土人工拍实	m ³	1271		2.55
(三)	光、电缆沟开挖土人工拍实	m ³	750		1.51
(四)	裸露地表密目网苫盖	m ²	22500		14.58
二	其它临时工程				0.74
(一)	工程措施	%	2.00	25.15	0.50
(二)	植物措施	%	2.00	12.07	0.24
工程总投资					64.41

表 7-5 分区（基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基）措施投资估算表

序号	工程名称及费用	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
第一部分 工程措施					0.13
一	土地整治	hm ²	0.11		0.13
第二部分 植物措施					0.08
一	撒播种草				0.08
(1)	全面整地	hm ²	0.11	1569.18	0.02
(2)	撒播种草	hm ²	0.11	1718.70	0.02
(3)	披碱草	kg	3	35.00	0.01
(4)	冰草	kg	3	35.00	0.01
(5)	紫花苜蓿	kg	3	40.00	0.01
(6)	补植补种费	%	20.00	0.05	0.01
第三部分 施工临时工程					0.01
一	临时工程				0.01
(一)	工程措施	%	2.00	0.13	0.003
(二)	植物措施	%	2.00	0.08	0.002
工程总投资					0.22

表 7-6 分区（基地外光缆和电缆线路）措施投资估算表

序号	工程名称及费用	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
第一部分 工程措施					6.23
一	表土剥离	m ³	1250		1.03
二	土地整治	hm ²			5.20
(一)	表土回覆	m ³	1250		0.66
(二)	场地整治	hm ²	3.97		4.54
第二部分 植物措施					3.02
一	撒播种草				3.02
(1)	全面整地	hm ²	3.97	1569.18	0.62
(2)	撒播种草	hm ²	3.97	1718.70	0.68
(3)	披碱草	kg	119	35.00	0.42
(4)	冰草	kg	119	35.00	0.42
(5)	紫花苜蓿	kg	119	40.00	0.48
(6)	补植补种费	%	20.00	2.00	0.40
第三部分 施工临时工程					10.13
一	临时工程				9.95
	开挖土人工拍实	m ³	4950		9.95
二	其它临时工程				0.18
(一)	工程措施	%	2.00	6.23	0.12
(二)	植物措施	%	2.00	3.02	0.06
工程总投资					19.38

(3) 独立费用估算表

本工程独立费用估算见表7-7，结合实际工作量及需要投入的设备及人员情况，计算水土保持监测费情况详见表7-8。

表 7-7 独立费用估算表

序号	工程名称及费用	编制依据及计算公式	单价(元)	合价(万元)
第四部分 独立费用				43.85
一	建设管理费	(工程措施投资+植物措施+临时措施投资)×2%	840100	1.68
二	工程建设监理费	参考相关资料根据实际工作量计列	80000	8.00
三	勘测设计费	参考相关资料根据实际工作量计列	100000	10.00
四	水土保持监测费	详见表 7-7	121700	12.17
五	水土保持设施验收费	参考相关资料根据实际工作量计列	120000	12.00

表 7-8 水土保持监测费计算表

项目	仪器、设备、设施	单位	数量	年折旧率
地面观测设施	水蚀小区	个	2	
	风蚀小区	个	2	
耐用设备	土壤水分速测仪	台	1	年折旧率按 20% 计
	虹吸式自计雨量计	台	1	
	雨量器	台	2	
	蒸发皿	个	2	
	1/1000 电子天平	台	1	
	手持 GPS	部	1	
	植被盖度测定仪	个	1	
	红外测距仪	部	1	
	钢尺	个	1	
	游标卡尺	个	1	
	坡度仪	个	1	
	数码摄像机	台	1	
	数码照相机	台	1	
无人机	台	1		
消耗性设备	卷尺 50m	个	2	
	卷尺 5m	个	5	
	测钎	个	50	
	标志绳	m	100	
	标志牌	个	6	
	遥感影像资料(分辨率 2m)	幅	4	

(4) 分年度投资估算表

工程分年度投资估算见表7-9。

表7-9 分年度投资估算表

序号	工程或费用名称	总投资	年度		
			2021	2022	2023
第一部分 工程措施		31.51	18.22	11.79	1.50
一	明安图观测基地	25.15	11.86	11.79	1.50
二	基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	0.13	0.13		
三	基地外光缆和电缆线路	6.23	6.23		
第二部分 植物措施		15.17			15.17
一	明安图观测基地	12.07			12.07
二	基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	0.08			0.08
三	基地外光缆和电缆线路	3.02			3.02
第三部分 施工临时工程		37.33	36.76	0.24	0.33
一	临时工程	36.40	36.40		
二	其它临时工程	0.93	0.36	0.24	0.33
第四部分 独立费用		43.85	11.10	20.75	12.00
一	建设管理费	1.68	1.10	0.58	
二	工程建设监理费	8.00		8.00	
三	勘测设计费	10.00	10.00		
四	水土保持监测费	12.17		12.17	
五	水土保持设施验收费	12.00			12.00
第一至四部分合计		127.86	66.08	32.78	29.00
基本预备费(6%)		7.67			7.67
静态总投资		135.53	66.08	32.78	36.67
水土保持补偿费		35.87		35.87	
工程总投资		171.40	66.08	68.65	36.67

(5) 主要机械台时费汇总见表7-10。

表7-10 主要机械台时费汇总表

机械名称		光轮压路机	推土机	推土机	履带式拖拉机	轮式拖拉机	拖式铲运机
规格		8~10t	74kw	59kw	74kw	37kw	6~8m ³
定额编号		1072	1031	1030	1046	1043	1053
一类费用	折旧费	5.18	16.81	9.56	8.54	2.69	6.31
	修理及替换设备费	9.34	20.93	11.94	10.44	3.35	8.04
	安装拆卸费	16.03	0.86	0.49	0.54	0.16	0.80
	小计	30.55	38.60	21.99	19.52	6.20	15.15
二类费用	人工	33.70	33.70	33.70	33.70	18.25	
	柴油	39.15	92.22	73.08	86.13	43.50	
	电						
	小计	72.85	125.92	106.78	119.83	61.75	0
合计		103.40	164.52	128.77	139.35	67.95	15.15

(6) 主要材料单价汇总见表7-11。

表 7-11 主要材料价格表

序号	名称及规格	单位	预算价格
1	柴油(0#)	kg	8.7
2	农家肥	m ³	310
3	水	m ³	4.85
4	电	kwh	1.20
5	空心砖	块	4
6	C ₂₅ 砼	m ³	290
7	披碱草	kg	35
8	冰草	kg	35
9	紫花苜蓿	kg	40
10	密目网	m ²	2
11	PE25 移动软管	m	2.5

(7) 工程单价汇总见表7-12。

表7-12

工程单价汇总表

单位：元

序号	工程名称	单位	单价 (元)	其中(元)						
				人工费	材料费	措施 费	间接费	利润	税金	扩大
1	表土回覆	100m ³	528.18	112.32	14.60	5.07	34.82	8.99	39.65	48.02
2	土地整治	100m ²	114.35	9.83	1.67	3.88	3.04	0.79	8.58	10.40
3	空心砖铺设	100m ²	6042.69	606.53	4153.67	27.35	188.02	48.52	452.17	566.43
4	全面整地	1hm ²	1569.18	266.76	350.30	12.03	104.04	32.01	117.79	142.65
5	撒播 披碱草、冰 草、紫花苜 蓿	1hm ²	1718.70	842.40	165.00	21.99	328.53	101.09	131.31	128.38
6	撒播 披碱草、冰 草、紫花苜 蓿(免耕补 播)	1hm ²	1685.73	842.40	137.50	21.99	328.53	101.09	128.84	125.38

7.2 效益分析

7.2.1 防治效益分析

(1) 设计水平年防治效果

通过水土保持方案的实施，设计水平年末，治理水土流失面积 21.04hm²，恢复林草植被面积 21.01hm²，可减少水土流失量 1495t。到设计水平年，防治目标可达到：水土流失治理度达到 93.7%，土壤流失控制比达到 1.0，表土保护率 96.0%，渣土防护率 95.0%，林草植被恢复率达到 94.0%，林草覆盖率达到 93.6%。

设计水平年工程建设和水土保持各项指标详见表7-9，设计水平年水土流失防治目标分析详见表7-13。

表 7-13

设计水平年工程建设和水土保持各项指标值

单位：hm²

防治分区	建设区面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土保持措施面积 (hm ²)		永久建筑物、固化及硬化面积	可绿化面积 (hm ²)
			植物措施	工程措施		
明安图观测基地	17.02	17.02	16.93	0.03	0.06	16.93
基地外新建米波-十米波射电日像仪塔基	0.113	0.113	0.11		0.003	0.11
基地外光缆和电缆线路	3.97	3.97	3.97			3.97
合计	21.10	21.10	21.01	0.03	0.06	21.01

表 7-14 设计水平年水土流失防治目标分析表

治理指标	预测参数		预测计算值	防治目标值	备注	
水土流失治理度 (%)	水土流失总面积		21.10	93.7	85.0	超过防治目标
	永久建筑物、固化及硬化面积		0.06			
	水土流失治理达标面积 (hm ²)	植物措施面积	21.01			
		工程措施面积	0.03			
	合计		21.04			
土壤流失控制比	项目区平均土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	500	1.0	1.0	符合防治目标	
	项目区允许土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	500				
渣土防护率 (%)	实际挡护堆土数量 (万 m ³)	1207	95.0	87.0	超过防治目标	
	堆土总量 (万 m ³)	1271				
表土保护率 (%)	实际剥离数量 (m ³)	7905	96.0	95.0	超过防治目标	
	可剥离表土总量 (m ³)	8234				
林草植被恢复率 (%)	林草类植被面积 (hm ²)	21.01	94.0	93.0	达到防治目标	
	可恢复林草植被面积 (hm ²)	21.01				
林草覆盖率 (%)	林草类植被面积 (hm ²)	21.01	93.6	22.0	超过防治目标	
	项目建设区总面积 (hm ²)	21.1				

注：考虑植物成活率，植物措施面积按照 94% 计算。

7.2.2 生态效益

随着各区水土保持措施的全面实施，以及防治效益的充分发挥，项目建设区及其影响区的水土流失将得到基本控制，有效改善项目区的水、土资源质量及自然生态环境，促使项目区与周边地区生态融合与协调发展。

另外，随着植物措施防护效益的日益发挥，可发挥保水、保土等水土保持功能，形成一个完整的工程防护体系，改善小气候的作用也逐渐得到体现，使建设

区生态环境得到基本恢复。

8 水土保持管理

为保证本项目水土保持方案顺利实施、新增水土流失得到有效控制、项目区及周边地区生态环境实现良性发展，建设单位（业主）应在组织领导、技术力量和资金来源等方面制定切实可行的方案及实施保障措施。本项目水土保持方案实施保障措施包括组织领导与管理、水土保持工程建设监理、水土保持监测、施工管理、检查与验收、水土保持工程完工后的管理、资金来源及使用管理等方面。

8.1 组织管理

为保证各项水土保持工程尽快实施，同时达到竣工验收要求，建设单位成立了水土保持组织领导管理小组，由国家天文台条件保障处处长高龙任组长，明安图观测基地首席科学家颜毅华任副组长，明安图观测基地王威、耿立红、任建喜负责具体实施，建立了水土保持管理制度，加强组织领导，配置专职人员负责水土保持工作的组织、管理和落实，自觉接受各级水行政主管部门对水土保持工作的监督检查和管理。

水土保持方案实施领导小组主要工作职责如下：

- （1）认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合防治、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持工作方针；
- （2）建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一，按年度向水行政主管部门报告水土流失防治情况，制定水土保持方案详细实施计划；
- （3）工程施工期间，与设计、施工、监理单位保持畅通联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持设施的正常建设，并按时竣工，最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏；
- （4）定期深入工程现场进行检查，掌握工程施工和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实状况；
- （5）自觉接受水行政主管部门的监督检查，与当地地方水行政主管部门保持密切联系；
- （6）按国家档案法有关规定建立水土保持工作档案，做好水土保持施工记

录和其它资料（如影像资料、照片等）的管理、存档，以备监督检查和验收时查阅。

8.2 后续设计

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号），方案批复后，建设单位应组织开展水土保持后续设计工作，按程序与主体工程一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持设施自主验收。

本工程水土保持方案经水利部批复后，建设单位应按要求委托设计单位按设计程序将已批准的本方案的防治措施和估算投资纳入到主体工程初步设计文件中，并依据水土保持有关的技术标准编制水土保持工程的初步设计，必须单独成章；主体工程施工图设计阶段，应进行相应阶段的水土保持施工图设计，以便使水土保持措施能按设计要求与主体工程同步顺利实施，并按有关规定实施验收。

水土保持方案批准后，在水土保持工程实施过程中水土保持措施发生重大变更，应按规定程序履行变更手续，报原方案审批单位进行审批。

8.3 水土保持监测

依据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保【2020】161号文）规定，建设单位已委托内蒙古利源水利科技有限公司分别开展水土保持监测工作。

（1）监测单位按照批复的水土保持方案中监测要求编制监测实施方案。方案批复后，监测单位应向有关水行政主管部门报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》。监测单位要对工程开工前项目的本底值及施工期的土壤流失量、水土保持措施等要进行监测，分析工程建设过程中水土流失各因子的发生、产生的流失量及水土保持措施的防治效果，即时补充、完善水土保持措施，以制定相应的治理方案。

（2）在监测实施中，监测单位应向水利部送监测情况，每季度第一个月底报送上季度季报。

(3) 在监测实施中, 监测单位依据扰动土地状况、水土流失情况、防治成效及水土流失危害等监测成果, 对生产建设项目水土流失防治情况进行评价, 在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。

(4) 监测工作完成后 3 个月内报送监测总结报告, 并按照《开发建设项目水土保持设施验收规定》参加水土保持设施的验收。

8.4 水土保持监理

建设单位已委托内蒙古万戈水利工程建设监理有限责任公司开展水土保持监理工作, 监理合同中明确了水土保持工程监理任务。工程竣工后, 监理单位提供水土保持工程监理报告, 并作为水土保持设施竣工验收的依据。

(1) 监理单位应派遣具有水土保持工程监理资格证书和上岗证书的水保监理人员, 采取跟踪、旁站等监理方法, 对水土保持工程的质量、进度及投资等进行控制, 对水土保持工程实行信息管理和合同管理, 确保工程如期完成。

(2) 水土保持监理的主要内容为水土保持工程合同管理, 按照合同控制工程建设的投资、工期和质量, 并协调有关各方的关系, 包括水土保持方案实施阶段的招标工作、勘测设计、施工等建设全过程的监理。施工期的水土保持监理措施主要为协助项目法人编写开工报告; 组织设计交底和图纸会审; 审查承包商提出的施工技术措施、施工进度计划和资金、物资、设备计划等; 督促承包商执行工程承包合同, 按照国家和行业技术标准 and 批准的设计文件施工; 监督工程进度和质量, 检查安全防护措施; 核实完成的工程量; 签发工程付款凭证, 整理合同文件和技术档案资料; 处理违约事件; 建立施工过程中临时措施影像及档案资料; 协助项目法人进行工程各阶段验收, 提出竣工验收报告。

(3) 工程完工后, 监理单位应按照监理规范要求向建设单位提交工程监理、施工监理工作总结报告, 并移交档案资料。

8.5 水土保持施工

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》(水保〔2019〕160号), 严格控制施工扰动范围, 禁止随意占压破坏地表植被。生产建设单位应该加强对施工单位的管理, 在投标文件和施工合同中明确施工

单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。

水土保持工程建设与主体工程一起，在工程施工前实行招标投标制，建设单位将本项目水土保持方案纳入主体工程施工招标合同，明确承包商在各工程分区的水土流失防治范围及防治责任，外购砂石材料应在购买合同中明确砂石料场的水土流失防治责任。

建设单位在工程施工招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。对施工单位提出水土保持措施的施工要求，组织施工单位学习、宣传《中华人民共和国水土保持法》，提高工程建设者的水土保持自觉行动意识。要求施工单位配备水土保持专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地水行政主管部门的监督检查。施工管理满足下列要求：

- (1) 施工期应严格控制施工扰动范围，禁止随意压占破坏地表植被。
- (2) 设立保护地表及植被的警示牌，施工过程中应注重保护表土与植被。
- (3) 注意施工及生活用火安全，防止火灾烧毁地表植被。
- (4) 建成的水土保持工作应有明确的管理维护要求。
- (5) 加强施工人员的培训和教育，树立保护植被的意识，严禁乱砍、乱伐。
- (6) 严格按设计方案施工，开挖、排弃土石方。
- (7) 严格控制施工扰动面积，不得随意扩大施工范围。
- (8) 合理安排工期，尽量避开雨季施工。
- (9) 优化施工工艺，避免重复开挖。
- (10) 自觉接受水行政主管部门的监督，对不达标的措施及时整改。
- (11) 施工完成后，施工单位应在工程验收合格后，方能撤离施工现场。

8.6 水土保持设施验收

按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）、《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（水利部办公厅，办水保〔2018〕133号）《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）及办水保〔2019〕172号文件等、相关规范要求，本项目在主体工程竣工验收时，应同时验收水土保持设施。验收报告编制完成后，应及时

组织水土保持设施验收工作，由建设单位负责人担任验收组组长，验收组成员包括验收报告编制单位、监测单位、监理单位、水土保持方案编制单位、施工单位；形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论。

①组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。依法编制水土保持方案报告书的生产建设项目投产使用前，生产建设单位根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，并明确验收成果的结论。

②明确验收结论。水土保持设施验收报告编制完成后，生产建设单位按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论。水土保持设施验收合格后，生产建设项目方可通过竣工验收和投产使用。

③公开验收情况。除按照国家规定需要保密的情形外，生产建设单位在水土保持设施验收合格后，通过其官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公示水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告，公示时间不少于 20 个工作日。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位将及时给予处理或者回应。

④报备验收材料。生产建设单位在向社会公示水土保持设施验收材料后，在水土保持设施验收通过 3 个月内向水利部报备水土保持设施验收材料。报备材料包括水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。生产建设单位、第三方机构和水土保持监测机构分别对水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告等材料的真实性负责。验收过程中应注意总结水土保持措施实施过程中的成功经验和不足部分，对没有足额完成的部分或有缺陷的工程，责令相关责任单位整改完善，直到水土保持措施能够达到水土保持方案确定的防治标准。

水土保持设施验收合格后，建设单位作为安全运行责任主体，对主体工程和水土保持方案设计的防治措施的安全运行全权负责；在后期运行管理期间适时巡查监测，加强工程措施的修缮和植物措施的抚育管理，确保各项工程及防护措施安全运行，持续发挥防护效益。